



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Alfredo José Fernandes Martins

**CONSTITUIÇÃO E DIVERSIDADE DOS SERES VIVOS:**  
uma proposta didática para o 5.º ano de escolaridade

Mestrado em Educação  
Especialidade em Didática da Matemática e das Ciências

Trabalho efetuado sob a orientação da  
Professora Doutora Luísa Neves



***À minha família***



## **AGRADECIMENTOS**

A todos quantos me acompanharam e apoiaram durante a realização desta dissertação, agradeço sinceramente a ajuda, particularmente:

- À Doutora Luísa Neves por ter aceite orientar esta dissertação, pelo apoio e paciência demonstrados, desde a elaboração do projeto de dissertação e durante a realização do presente trabalho.
- A todos colegas da componente curricular do Mestrado pelo ambiente de camaradagem, partilha e de incentivo que possibilitaram.
- Aos meus pais, Amândio e Aurora, pelo interesse demonstrado e pela força e incentivo que me manifestaram.
- À minha esposa Ana e aos meus filhos, Ana e Alfredo, por acreditarem em mim, pela paciência, apoio, carinho e amor que sempre me dedicaram.
- Aos colegas que participaram na validação dos instrumentos de investigação pela disponibilidade em participar com sugestões e alterações pertinentes.
- Aos meus alunos, que participaram neste estudo, pela sua espontaneidade e honestidade de crianças.



## RESUMO

A necessidade de desenvolver a literacia científica dos cidadãos segundo um enfoque CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), coloca um desafio ao sistema educativo, a cada escola e a cada docente. Como ir ao encontro dos interesses pessoais dos alunos estabelecendo a ligação com problemáticas sociais e culturais do quotidiano utilizando metodologias motivadoras?

Os modelos tradicionais de ensino das ciências não têm conseguido responder cabalmente à questão. Assim, torna-se necessário recorrer a perspetivas inovadoras que visem desenvolver nos alunos as competências necessárias para construírem o seu próprio saber e serem capazes de intervir de forma crítica na sociedade onde se inserem. O Ensino por Pesquisa (EPP) é uma perspetiva de ensino centrada no aluno que tem em conta estes princípios, e pode ser potenciada pelo recurso às tecnologias de informação e comunicação (TIC) e ao trabalho laboratorial.

Sendo os microrganismos onnipresentes no nosso quotidiano, as referências a conteúdos específicos de microbiologia vocacionados para o ensino são extremamente reduzidas ou virtualmente inexistentes para o ensino básico.

Tendo em mente essas premissas, o presente estudo teve como objetivo elaborar, aplicar e avaliar uma proposta didática para 5.º ano da escolaridade, desenvolvida numa perspetiva EPP e em que os microrganismos, as TIC e o trabalho laboratorial assumem especial relevância.

Os resultados obtidos confirmam o que está descrito na literatura sobre as conceções dos alunos relativamente aos conceitos de microrganismo, ser vivo e biodiversidade. As atividades desenvolvidas foram eficazes, pois motivaram os alunos e permitiram a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento de competências e atitudes preconizadas pelo Currículo Nacional do Ensino Básico para este ano de escolaridade.

**Palavras-chave:** ensino das ciências; biodiversidade; microrganismo; célula; 5.º ano de escolaridade.





## ABSTRACT

The need to develop scientific literacy of citizens in a STSE (Science, Technology, Society and Environment) approach, poses a challenge to the education system, to every school and teacher. How to motivate and meet the students' personal interests and linking up with social and cultural problems of everyday life?

Traditional models of science education have failed to fully address the issue. Thus, it becomes necessary to appeal to innovative approaches aimed at developing students' skills necessary to build their own knowledge and become critical and interventional citizens. The perspective of science education to be adopted is student-centered and takes into account those principles, and can be enhanced by the use of information and communication technologies (ICT) and laboratory work.

Despite microorganisms' ubiquity, references to specific content aimed at teaching microbiology are extremely low or virtually nonexistent for basic education.

Being so, the present study aimed to develop, implement and evaluate a didactic proposal for the 5<sup>th</sup> grade where microorganisms, ICT and laboratory work assumes particular relevance.

The results confirm what is described in the literature on students' conceptions regarding microorganisms, living beings and biodiversity. The activities motivate the students, enabled the learning of the concepts and the development of skills and attitudes advocated by the National Curriculum for Basic Education for this age.

**Keywords:** science education, biodiversity, microorganism, cell, 5<sup>th</sup> grade.



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	v
<b>RESUMO</b> .....	vii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	xiv
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	xiv
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>LISTA DE GRÁFICOS</b> .....	xv
<b>LISTA DE QUADROS</b> .....	xvi
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	xvi
<b>CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO</b> .....	1
Contextualização do estudo .....	1
Escolha do tema .....	3
Questões e Objetivos do estudo.....	4
Questões de investigação.....	4
Objetivos .....	5
Organização global da dissertação.....	5
<b>CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	7
Ensino das ciências.....	7
O construtivismo e o ensino das ciências.....	8
Perspetivas de ensino das ciências.....	9
Ensino Por Transmissão.....	10
Ensino Pela Descoberta.....	11
Ensino por Mudança Concetual.....	12
Ensino Por Pesquisa.....	15
A microbiologia no ensino das ciências .....	20
As tecnologias de informação e comunicação no ensino .....	21

<b>CAPÍTULO III – METODOLOGIA .....</b>	<b>27</b>
Descrição do estudo .....	27
Caracterização da amostra .....	28
Instrumentos de investigação .....	29
Questionários .....	30
Validação dos instrumentos de investigação .....	31
Recolha de dados .....	32
A intervenção pedagógica .....	33
Pesquisas na <i>Internet</i> .....	34
Preparação de uma infusão .....	35
Utilização do sítio da Escola Virtual .....	36
Utilização do sítio Skoool.pt .....	37
Observação microscópica da letra F manuscrita em papel.....	39
Preparação e observação microscópica de protozoários.....	40
Observação microscópica de bactérias.....	42
Preparação e observação microscópica de células do epitélio lingual.....	44
Preparação e observação microscópica de células da epiderme da cebola.....	45
Tratamento e análise de dados.....	46
Questões de resposta aberta .....	47
Questões de opção e/ou escolha múltipla.....	49
Questões de seriação e classificação .....	50
Questões de resposta aberta da extensão do pós-teste 1 .....	50
 <b>CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>	 <b>53</b>
Apresentação dos resultados .....	53
Conceito de microrganismo (questão 1 dos três testes) .....	54
Diversidade microbiana (questão 2 dos três testes) .....	55
Características dos microrganismos (questão 3 dos três testes) ..	57
Constituição dos microrganismos (questão 4 dos três testes) .....	59
Relação Homem/microrganismos (questão 5 dos três testes) .....	60

Distribuição dos microrganismos (questão 6 dos três testes).....	62
Conceito de ser vivo (questão 7 dos três testes) .....	64
Constituição dos seres vivos (questão 8 dos três testes) .....	65
Classificação dos seres vivos (questão 9 dos três testes) .....	66
Níveis taxonômicos (questão 10 dos três testes).....	67
Preferência pelas atividades realizadas (questão 11 do pós-teste 2) .....	69
Interesse pelas atividades realizadas (questão 12 do pós-teste 2) .....	70
Duração das atividades realizadas (questão 13 do pós-teste 2)...	71
Atividade preferida (questão 14 do pós-teste 2) .....	73
Atividade menos apreciada (questão 15 do pós-teste 2) .....	74
Discussão dos resultados.....	76
Conceito de microrganismo (questões 1 a 6 dos três testes) .....	76
Conceito de ser vivo (questões 7 a 10 dos três testes) .....	80
Impacto das atividades implementadas (questões 11 a 15 do pós-teste 1) .....	83
<b>CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>85</b>
Principais conclusões e implicações para o ensino das ciências .....	85
Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações.....	89
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>91</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

CA – Conceção Aceitável
CI – Conceção Incompleta
CL – Conceção Alternativa
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
EMC – Ensino por Mudança Concetual
EPD – Ensino Pela Descoberta
EPP – Ensino Por Pesquisa
EPT – Ensino Por Transmissão
NR – Não responde
OR – Outras razões/Outra resposta
RA – Razões afetivas
RC – Razões cognitivas
RL – Razões lúdicas
RN – Razões de novidade
RT – Razões temporais
TIC – Tecnologias da Informação e da Comunicação

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Pré-teste, pós-teste 1 (primeira parte) e pós-teste 2.....	99
Anexo 2. Pós-teste 1 (extensão).....	101
Anexo 3. Gráfico 11 .....	103

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Perspetivas de Ensino das Ciências e Atributos Dominantes...	10
Figura 2. Ensino Por Pesquisa.....	16
Figura 3. Relação entre trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental.....	17
Figura 4. Ano Internacional da Biodiversidade .....	35
Figura 5. Projeto "Crescer no Mundo das Ciências" .....	36
Figura 6. Classificação dos seres vivos .....	37
Figura 7. Organização dos seres vivos.....	38

Figura 8. Exemplos de Protozoários.....	41
Figura 9. Vídeo de Protozoários .....	41
Figura 10. Exemplos de Bactérias .....	43
Figura 11. <i>Escherichia coli</i> e <i>Streptococcus pneumoniae</i> .....	43
Figura 12. Células do epitélio lingual .....	45
Figura 13. Células da epiderme da cebola .....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão um.....	54
Gráfico 2.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão dois .....	55
Gráfico 2.2. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão dois .....	56
Gráfico 3.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão três.....	57
Gráfico 3.2. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão três.....	58
Gráfico 4. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão quatro .....	59
Gráfico 5.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão cinco .....	60
Gráfico 5.2. Distribuição em percentagem dos exemplos indicados pelos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão cinco.....	61
Gráfico 6.1. Percentagem de alunos que assinalou cada uma das opções na questão seis .....	62
Gráfico 6.2. Quantidade, em percentagem, de opções que cada aluno assinalou na questão seis.....	63
Gráfico 7. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão sete .....	64
Gráfico 8. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão oito.....	66

Gráfico 9. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão nove .....	67
Gráfico 10. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas <i>a priori</i> para a questão dez .....	68
Gráfico 11. Distribuição em percentagem da seriação das atividades realizada pelos alunos na questão onze.....	69
Gráfico 12a. Distribuição em percentagem da preferência dos alunos por cada atividade.....	70
Gráfico 12b. Distribuição em percentagem das categorias expressas pelos alunos na classificação das atividades realizada .....	71
Gráfico 13a. Distribuição em percentagem das categorias atribuídas pelos alunos a cada atividade realizada .....	72
Gráfico 13b. Distribuição em percentagem das categorias expressas pelos alunos na classificação da duração das atividades realizadas.....	72
Gráfico 14. Distribuição em percentagem da categorização das justificações dos alunos à seleção da primeira atividade na questão onze .....	74
Gráfico 15. Distribuição em percentagem da categorização das justificações dos alunos à seleção da última atividade na questão onze .....	75

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Respostas consideradas como conceções aceitáveis (CA)....	49
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização sociocultural dos agregados familiares .....	29
---	----



## CAPÍTULO I – INTRODUÇÃO

Neste capítulo apresenta-se a contextualização e os principais objetivos do presente estudo. Também se justifica a escolha do tema e descreve-se a organização global da dissertação.

### **Contextualização do estudo**

No imaginário da população os microrganismos estão relacionados com doenças (Jacobucci & Jacobucci, 2009). O destaque que os meios de comunicação social dão a surtos de doenças como a gripe aviária, a gripe suína e outros tem contribuído para reforçar essa imagem negativa. No entanto, a grande maioria dos microrganismos não representa riscos para a saúde e muitos contribuem de forma significativa e insubstituível para a manutenção de ciclos vitais que suportam a biosfera, para além de proporcionarem muitos dos recursos a que a sociedade atual se habituou. De facto, os microrganismos são os seres vivos com maior diversidade e dispersão no nosso planeta. Podem ser encontrados em praticamente qualquer ambiente natural. Encontramo-los no ar, na água e no solo. Estes seres têm a capacidade de prosperarem em condições muito variadas desde que disponham das condições de alimento, temperatura e humidade específicas de cada espécie. Por isso, tal como os restantes seres vivos, não podemos evitar estar diariamente em contacto com eles. Fazemo-lo em todos os objetos que manipulamos. O reconhecimento da sua influência na natureza e nas nossas vidas permite alargar horizontes e consciencializar para os perigos e benefícios que estes seres representam assim como a sua importância primordial em termos de biodiversidade. No entanto o seu estudo tem, ainda, pouca relevância nos currículos escolares de ciências, apesar de no próprio Currículo Nacional do Ensino Básico ser reconhecido o interesse que a maioria das pessoas têm por temáticas como a vida e os seres vivos. Torna-se por isso premente aumentar a literacia científica dos cidadãos neste âmbito, para que possam tomar decisões informadas e responsáveis.

Também são sobejamente conhecidas as limitações dos modelos de ensino tradicionais, muito centrados no professor, e desfasados do quotidiano dos

alunos. Esses modelos, assentes numa aprendizagem mais ou menos passiva, têm cada vez mais dificuldade em cativar os alunos e consequentemente em proporcionar aprendizagens significativas. É pertinente que os alunos desenvolvam as competências necessárias para participarem de forma ativa na construção do seu próprio saber, não só no imediato mas ao longo de toda a vida, e o trabalho prático poderá ser um veículo privilegiado de atingir esses objetivos. Por outro lado, todos os dias somos confrontados com a inovação tecnológica e o desenvolvimento da ciência tornando-se relevante a procura de soluções didáticas que relacionem a ciência e a tecnologia.

Assim, tendo em vista a consecução dos objetivos definidos como Competências Essenciais no Currículo Nacional do Ensino Básico no que diz respeito às Ciências Físicas e Naturais, e que cabe ao sistema educativo fornecer aos cidadãos os conhecimentos e desenvolver as capacidades, atitudes e valores que permitam a apropriação de uma visão global CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) e crítica do mundo em que vivem, faz todo o sentido a procura de soluções didáticas envolvendo microrganismos com recurso a metodologias centradas no aluno e às tecnologias da informação.

O Ensino por Pesquisa é uma perspetiva de ensino das ciências que considera os princípios acima enunciados e que pode beneficiar enormemente do recurso às tecnologias de informação e comunicação e a recursos multimédia como meio de realizar esse propósito. Além disso, a implementação do Plano Tecnológico da Educação dotou as escolas portuguesas de alguns desses recursos. Estas condições combinadas com o, ainda que limitado, trabalho laboratorial pode resultar num conjunto de tarefas muito diversificado, apelativo e motivador para os alunos. Contudo, a utilização desses recursos tecnológicos e/ou dessa perspetiva no processo de ensino aprendizagem, de uma forma programada e posteriormente avaliada, não parece constituir uma prática comum entre os docentes nem na investigação em ensino das ciências.

Partindo destes pressupostos, e do facto do investigador ser docente do 2.º Ciclo do Ensino Básico, surgiu naturalmente a intenção de elaborar e aplicar propostas didáticas para este nível de ensino numa perspetiva de ensino por pesquisa, que envolvessem o estudo de microrganismos e a utilização das TIC.

### **Escolha do tema**

Como referem Jacobucci e Jacobucci (2009), as referências a conteúdos específicos de microbiologia vocacionados para o ensino são extremamente reduzidas. Estes autores referem-se à situação internacional pelo se pode depreender que a situação nacional não será melhor. Este negligenciar dos microrganismos é também patente nas Competências Essenciais do Currículo Nacional do Ensino Básico para as Ciências Físicas e Naturais onde o termo “micro” surge apenas duas vezes e em ambos casos como referência à utilização do microscópio no 2.º ciclo, embora relacionado com a diferenciação e a necessidade de utilização de instrumentos específicos para o estudo da célula.

Neste mesmo documento procura-se promover que ao estudarem ciências, é importante que os alunos procurem explicações fiáveis sobre o mundo e eles próprios e que lhes seja proporcionada a possibilidade de:

- Despertar a curiosidade acerca do mundo natural à sua volta e criar um sentimento de admiração, entusiasmo e interesse pela Ciência;
- Adquirir uma compreensão geral e alargada das ideias importantes e das estruturas explicativas da Ciência, bem como dos procedimentos da investigação científica, de modo a sentir confiança na abordagem de questões científicas e tecnológicas;
- Questionar o comportamento humano perante o mundo, bem como o impacto da Ciência e da Tecnologia no nosso ambiente e na nossa cultura em geral.

Os resultados da participação ativa dos alunos na construção do seu próprio saber através da realização de atividades práticas, que os libertam do caráter “maçador” que caracterizam muitas vezes as aulas exclusivamente teóricas, vão além da simples motivação para a realização da atividade. O recurso a atividades práticas, mais ou menos elaboradas, deverá contribuir para a melhoria da qualidade do ensino ao proporcionar aos alunos atividades mais motivadoras mas que constituam também oportunidades que se poderão traduzir em aprendizagens mais significativas.

Em 2007 o Governo Português lançou o Plano Tecnológico da Educação (PTE) “para a modernização tecnológica das escolas portuguesas. O PTE

promove a integração e a utilização generalizada das TIC nos processos de ensino e de aprendizagem e na gestão e segurança escolares”. Aproveitando esta iniciativa pretendeu-se também recorrer a estes recursos disponibilizados e considerados, entre outros, como uma mais-valia evidente para o trabalho de pesquisa *online*.

O tema programático “A célula – unidade na constituição dos seres vivos e diversidade e classificação dos seres vivos” da disciplina de Ciências da Natureza do 5.º ano da escolaridade inclui o estudo dos seres vivos microscópicos, que constitui, como já foi referido anteriormente, uma área negligenciada do ensino das ciências. Proporciona também, para o ano de escolaridade em causa, uma oportunidade de trabalho prático que é indubitavelmente um fator fundamental na compreensão e aprendizagem das Ciências da Natureza. O desenvolvimento do tema pode ser potenciado pela utilização das TIC porque permite aos alunos aceder autonomamente a informação relevante e, ao mesmo tempo os expõe a uma ferramenta que os pode ajudar a enfrentar desafios emergentes desta sociedade em constante renovação.

### **Questões e Objetivos do estudo**

Definida a problemática central do estudo a realizar e feita a escolha do tema, procedeu-se à definição das questões orientadoras da investigação e dos objetivos a alcançar.

#### **Questões de investigação**

“Quais as concepções de alunos do 5.º ano de escolaridade sobre microrganismos, constituição, diversidade e classificação dos seres vivos?”

“Quais as potencialidades e limitações da utilização de uma metodologia de ensino por pesquisa, centrada na utilização de microrganismos, das TIC e do trabalho laboratorial, na lecionação do tema: A célula – unidade na constituição dos seres vivos e diversidade e classificação dos seres vivos?”

### **Objetivos**

- Diagnosticar concepções de alunos de 5.º ano de escolaridade sobre microrganismos, constituição, diversidade e classificação dos seres vivos;
- Elaborar uma proposta didática para a unidade curricular do 5.º ano de escolaridade: “A célula – unidade na constituição dos seres vivos e diversidade e classificação dos seres vivos”, tendo como referência a metodologia de ensino por pesquisa, com o recurso às novas tecnologias de informação e comunicação, ao trabalho laboratorial e à utilização de microrganismos.
- Aplicar as propostas desenvolvidos em contexto de sala de aula;
- Avaliar da eficácia das propostas desenvolvidas.

### **Organização global da dissertação**

Esta dissertação pretende englobar todo o trabalho desenvolvido durante a investigação, tendo sido organizada em cinco capítulos principais, cada um deles com vários subcapítulos, uma secção de referências bibliográficas e os anexos contendo o material utilizado mais relevante.

No capítulo I é feita a contextualização do estudo, delimitando-se a problemática a abordar e os objetivos que se pretenderam atingir com a investigação. Discute-se a relevância que se perspetivou para o estudo e que orientou a escolha do tema a investigar. Por último faz-se uma breve descrição das diferentes partes que compõem a presente dissertação.

No capítulo II faz-se uma revisão de literatura abrangendo alguns dos trabalhos e investigações de algum modo relacionados com o tema em estudo. Começa-se por apresentar diferentes perspetivas de ensino das ciências aplicadas em sala de aula ao longo do tempo, culminando naquela em que se baseou a elaboração das propostas didáticas apresentadas no presente estudo. De seguida discorre-se sobre o papel e relevância da microbiologia no contexto global dos conteúdos lecionados nos *curricula* de ciências. Termina-se com uma breve análise sobre a importância da utilização das tecnologias de informação e comunicação no ensino.

No capítulo III descreve-se a metodologia utilizada. São descritas as diversas fases que constituíram esta investigação de modo a alcançar os objetivos a que se propôs. Inicia-se com uma descrição sumária do estudo. É caracterizada a amostra utilizada. São descritos os instrumentos de investigação e respetiva validação, concluindo-se com a recolha, tratamento e análise dos dados obtidos. É também feita uma descrição de todas atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica.

No capítulo IV começa-se por apresentar os dados obtidos e descrever os resultados expressos após o tratamento dos mesmos. De seguida é feita uma análise e interpretação dos resultados, procurando-se, sempre que possível, confrontá-los com outros pontos de vista provenientes da revisão de literatura efetuada.

No capítulo V expõem-se as principais conclusões da investigação realizada, assim com as suas limitações, refletindo-se sobre possíveis implicações que dela possam resultar para o ensino das ciências. O capítulo conclui com algumas sugestões para futuras investigações.

## **CAPÍTULO II – REVISÃO DE LITERATURA**

Neste capítulo pretende-se fundamentar teoricamente o estudo realizado e sustentar o problema e os objetivos definidos.

A revisão de literatura está organizada nas seguintes secções: ensino das ciências; o construtivismo e o ensino das ciências; perspectivas de ensino das ciências; a microbiologia no ensino das ciências e as tecnologias de informação e comunicação no ensino. A secção perspectivas de ensino das ciências está subdividida em quatro partes: Ensino Por Transmissão (EPT); Ensino Pela Descoberta (EPD); Ensino por Mudança Concetual (EMC) e Ensino por Pesquisa (EPP).

### **Ensino das ciências**

O ensino das ciências na sociedade atual direciona-se para o envolvimento ativo dos alunos em atividades que correspondam aos seus interesses e se inter-relacionem com problemas do seu quotidiano. Essas atividades assumem um papel primordial no envolvimento dos alunos e no desenvolvimento de capacidades e competências tidas como essenciais para a formação científica destes enquanto cidadãos. Com esse propósito entendem-se como finalidades do ensino das ciências a construção e aprofundamento dos conhecimentos científicos que permitam o exercício da reflexão e da crítica informada. O ensino das ciências deve também promover a Ciência e conduzir ao reconhecimento da relevância desta, particularmente nos dias de hoje, na qualidade de vida e no funcionamento das sociedades. A promoção adequada do ensino das ciências deverá possibilitar o desenvolvimento da literacia científica dos cidadãos cuja definição contempla três dimensões: processos, conteúdos e contextos. Neste âmbito, o trabalho prático assume especial relevância.

No entanto só resultará numa verdadeira mais-valia para a educação científica se forem adotadas estratégias construtivistas (Valadares, 2006). O fosso entre a teoria e a prática tem contribuído para o desinteresse de muitos alunos pelo conhecimento científico tal como lhes é apresentado na escola. Esta situação não é exclusiva do nosso país, pois segundo Frade (2000), diversos autores

(Coulter, 1966; Siegal & Raven, 1971; Hofstein & Lunetta, 1982; Araújo, 1985; Glasson, 1989) têm referido que relativamente à aquisição de conhecimentos, compreensão e aplicação dos processos científicos e à aquisição de atitudes favoráveis face à ciência, não têm sido obtidas melhorias significativas. É fundamental uma maior aposta na componente prática mas é igualmente importante uma escolha criteriosa e cuidada das atividades a implementar e do modo como deverão ser conduzidas. Surge assim a necessidade de se desenvolverem metodologias motivadoras e potenciadoras do interesse e empenho dos alunos na aquisição de conhecimentos, valores e atitudes científicas face aos problemas com que se deparam no seu quotidiano.

### **O construtivismo e o ensino das ciências**

O construtivismo, segundo Solomon (1994), remonta à obra de Piaget (1929; cit. Solomon, 1994), *“The Child’s Conception of the World”*. No entanto, como perspetiva educativa em ciências, só emergiu após o desenvolvimento de um novo vocabulário que estabeleceu a ligação entre as teorias educativas e filosóficas dos finais da década de 70 do século XX. O construtivismo não é portanto uma inovação no ensino das ciências mas constitui-se como a perspetiva dominante. Solomon (1994) alerta no entanto para o facto de que se uma perspetiva se tornar tão familiar ou popular que ofusque as restantes, os caminhos e/ou pontos de vista alternativos podem cair em desuso e tornarem-se intransmissíveis, o que pode ser prejudicial. Alguma ênfase excessiva nesta perspetiva construtivista na formação de professores pode estar a começar a mostrar os efeitos desta visão reducionista das metodologias de ensino (Solomon, 1994). Um construtivismo mais “maduro” advoga a adoção de todas as estratégias, constituindo aquilo que Cachapuz, Praia e Jorge (2002) denominam como “pluralismo metodológico” das estratégias de trabalho. Também Gil-Pérez e colaboradores (1999) consideram que há necessidade de um consenso construtivista que possibilite a construção de um novo modelo de ensino-aprendizagem das ciências que substitua o tradicional modelo de ensino por transmissão e confirmem a didática das ciências como uma nova área do conhecimento.



Após a falácia das perspectivas EPT (Ensino Por Transmissão), EPD (Ensino Pela Descoberta) e EMC (Ensino por Mudança Concetual) e a necessidade de ir ao encontro dos interesses pessoais dos alunos e da ligação da ciência com problemáticas do quotidiano social e culturalmente situados e motivadores, foi necessário procurar uma nova perspectiva de ensino adequada à educação em ciências (Cachapuz et al., 2002; Vasconcelos & Novais, 2009).

Na década final do século vinte surge uma nova perspectiva de ensino das ciências, o Ensino Por Pesquisa (EPP). Fundamenta-se no pós-positivismo, na aprendizagem cognitivista e coloca o enfoque na inter-relação entre os saberes do aluno e os saberes da ciência. O ensino por pesquisa coloca os conteúdos programáticos ao serviço da educação científica e promove a literacia científica dos alunos (Cachapuz, Praia & Jorge, 2000). Nesta perspectiva o ensino das ciências deve partir de questões/problema que reflitam situações do quotidiano, de modo a promover um percurso de aprendizagem em que o mais importante é o caminho até a resolução e não a solução final em si. Este tipo de ensino potencia a inter e transdisciplinaridade e enquadra-se na perspectiva CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) que visa formar cidadãos científica e tecnologicamente literados, intelectualmente independentes, críticos e capazes de tomar decisões e desenvolver ações responsáveis. Procura-se portanto, mais do que apenas a aquisição de conhecimentos científicos, permitir a aplicação desse conhecimento em situações concretas do dia a dia, semelhantes ou não, daquelas que foram abordadas na escola.

### **Perspetivas de ensino das ciências**

Ao longo do tempo o ensino das ciências tem tido diversas orientações motivadas pela influência, mais ou menos implícita, de uma determinada visão epistemológica e pela psicologia da aprendizagem. Estas advogaram determinadas abordagens e excluíram outras. Assim, influenciadas pelas teorias behavioristas da psicologia da aprendizagem e pelo empirismo/indutivismo epistemológicos, surgem na década de 70 do século XX as primeiras perspectivas de ensino das ciências: Ensino Por Transmissão (EPT) e Ensino Pela Descoberta (EPD). Nos anos 80 dá-se uma mudança de paradigma na psicologia da

aprendizagem que evolui para o cognitivismo. Com esta mudança surgem na epistemologia correntes construtivistas que propiciam o desenvolvimento de uma nova perspectiva de ensino das ciências, o Ensino por Mudança Concetual (EMC). No final da década de 90 surge a perspectiva de Ensino Por Pesquisa (EPP).

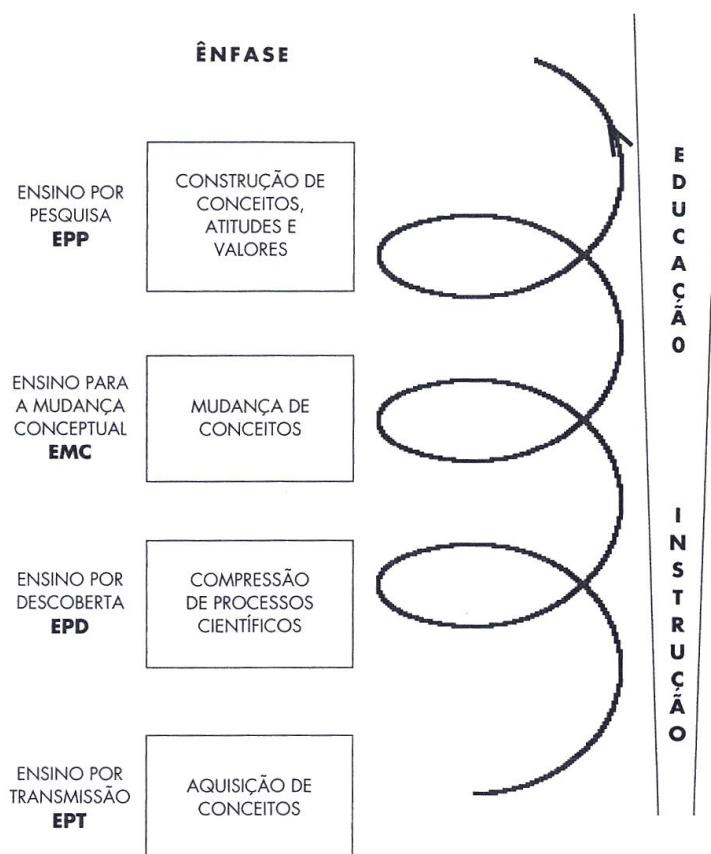


Figura 1. Perspetivas de Ensino das Ciências e Atributos Dominantes.  
(Retirado de Cachapuz e colaboradores, 2002).

## Ensino Por Transmissão

A primeira das perspetivas de ensino das ciências, denominada atualmente por EPT, procura apenas evidenciar e transmitir os factos e processos concretos da ciência havendo uma focagem exclusiva nos conteúdos. De acordo com a visão behaviorista da aprendizagem e o pressuposto epistemológico subjacente, os conhecimentos são exteriores ao indivíduo e para os aprender basta escutar as exposições do professor com atenção (Cachapuz et al., 2002).

Esta abordagem das ciências no ensino confere ao professor o único papel ativo na sala de aula e remete os alunos para um papel de recetores passivos dos conteúdos lecionados. O grau de abertura às questões e problemas que os alunos possam colocar é muito reduzido ou nulo. As atividades experimentais são limitadas a protocolos tipo “receita” em que todas etapas são minuciosamente detalhadas e os resultados “esperados” são conhecidos à partida. Nesta perspetiva de ensino estamos perante uma didática repetitiva, baseada na memorização, em que os conteúdos lecionados são transmitidos como conhecimento absoluto a ser memorizado sequencialmente.

Com a introdução de quadros interpretativos provenientes de outras áreas e a tentativa de implementação de modelos pedagógicos intuitivos, começaram a ser evidentes falhas que conduziram a uma recusa, a nível teórico, desta perspetiva de ensino. No entanto, de acordo com Cachapuz e colaboradores (2002) esta é ainda, mesmo que com variações, a perspetiva de ensino dominante.

### **Ensino Pela Descoberta**

A segunda das perspetivas, que surge por volta dos anos 70 do século XX, é a denominada EPD. Esta perspetiva é marcada por influências empiristas/indutivistas e behavioristas. Nela procuram-se exercitar as capacidades de pensar e aprender. No entanto funciona mais como um exercício puramente mecânico focado no método científico, independente do conteúdo e desligado do contexto. Segundo Cachapuz e colaboradores (2002), trata-se mesmo assim de uma rutura positiva que representou avanços significativos em relação à perspetiva anterior, nomeadamente na vertente da aprendizagem. Parte-se da convicção de que os alunos aprendem sozinhos a partir da realização de trabalhos experimentais e de que estes conduzem à descoberta de ideias, numa sequência progressiva das mais simples até às mais elaboradas.

Nesta perspetiva cabe ao professor conduzir os alunos à “ilusão” da descoberta e a estes cabe desempenhar o papel de cientistas, chegando “sozinhos” às ideias científicas a partir dos factos apresentados e das atividades desenvolvidas. As atividades laboratoriais utilizam criteriosamente o método

científico (observação, hipótese, experimentação, resultados, interpretação e conclusão – OHERIC) a partir de um problema colocado pelo professor mas em que as últimas etapas são pouco rigorosas e as respostas obtidas pelos alunos são esquecidas em detrimento das que eram “esperadas” à partida. De facto o aluno limita-se a constatar factos a partir da observação. Ainda assim há um desvio positivo do centro da aprendizagem do professor para o aluno, mesmo que de um modo redutor (Cachapuz et al., 2002), porque se centra e se desenvolve quase exclusivamente à custa dos processos científicos, e, tal como no EPT, ignora as ideias que os alunos trazem para a escola. Apesar destas lacunas, o EPD teve o mérito de tornar o trabalho experimental um instrumento privilegiado para melhorar as capacidades dos alunos de pensar e aprender.

### **Ensino por Mudança Concetual**

Esta perspetiva de ensino das ciências continua, tal como as perspetivas anteriores, com preocupações de instrução embora agora com um enfoque na mudança conceptual das ideias já presentes nos alunos. Esta perspetiva, com raiz epistemológica racionalista e perspetiva de aprendizagem construtivista, opõe-se à aprendizagem centrada na mera aquisição de conceitos e valoriza as concepções dos alunos.

Cabe ao professor diagnosticar essas concepções e, a partir destas, promover uma aprendizagem significativa apoiada em estratégias de ensino que possibilitem aos alunos a colocação e discussão de questões com o objetivo de construírem o seu próprio conhecimento. O professor procura colocar as ideias do senso-comum dos alunos em conflito com conceitos, fenómenos e procedimentos científicos, em situações de ensino que partem de questões problematizadoras que visam ajudar a diminuir as dificuldades individuais de aprendizagem através da discussão entre o coletivo de alunos. O EMC não pretende apenas a alteração ou substituição de um dado conceito mas uma reorganização conceptual (Cachapuz et al., 2002) procurando que os alunos reorganizem os seus conceitos de uma forma qualitativamente diferente. São pois os alunos que constroem e reconstroem os seus conhecimentos e que irão desenvolver os instrumentos

mentais necessários, enquanto são obrigados a aprender a pensar (Cachapuz et al., 2002).

A necessidade de adequar as estratégias de ensino às ideias prévias dos alunos exige que tenhamos necessidade de diagnosticar as Concepções Alternativas dos alunos. E diagnosticar não apenas as já existentes antes do ensino formal, mas também as que se articulam com o ensino desenvolvido e porventura tenham sido por ele reforçadas ou até induzidas ainda que não intencionalmente. (Cachapuz et al., 2002, p. 155).

De facto, as Concepções Alternativas constituem, na generalidade dos casos, um tipo de conhecimento muito resistente à mudança, e, mesmo após uma aparente mudança conceptual, acabam por vezes por se voltarem a instalar devido, como dizem Cachapuz e colaboradores (2002), à sua grande estabilidade.

Esta perspectiva construtivista implica o reconhecimento da existência de conhecimentos individuais. Driver, Guesne e Tiberghien (1985) referem que, independentemente dos assuntos estudados ou da localização geográfica, as concepções dos alunos possuem características comuns que podem ser identificadas porque baseiam o seu raciocínio apenas em características observáveis. Mas segundo Leite (1998) não é de esperar que existam tantas concepções diferentes quanto o número de alunos, mas apenas umas quantas partilhadas por alguns grupos de alunos. Assim os professores podem, de forma viável, antecipar as concepções dos alunos e contemplá-las nas planificações (Moreno & Moreno, 1988; Pozo et al., 1991; Driver et al., 1994; cit. Leite, 1998). Os professores dispõem de diversos instrumentos de trabalho que lhes permitem ajudar os estudantes a construir o seu conhecimento e avaliar os progressos realizados na aquisição do conhecimento conceptual por parte dos seus alunos. Esses instrumentos incluem: os mapas de conceitos, assim designados por Novak, Gowin e Johansen (1983), que representam bidimensionalmente a hierarquia e as relações entre os conceitos, podendo ser utilizados como meio de monitorizar as aprendizagens pelos alunos; o desenvolvimento e inclusão de elementos da História da Ciência potenciando a exemplificação através de paralelismos com conhecimentos pré-científicos; o trabalho experimental que pode ajudar os alunos a compreenderem melhor como as suas concepções são cientificamente incorretas ao colocá-las em contradição com as observações que

realizarem. No entanto a mudança conceptual não consegue explicar como podem coexistir concepções corretas e incorretas sobre um mesmo conteúdo num aluno (Demastes, Good & Peebles, 1996; De Posada, 2002). Apesar de esta situação ser reconhecida repetidamente na literatura, a questão nunca foi satisfatoriamente resolvida. De Posada (2002) atribui o facto à orientação fortemente epistemológica do EMC centrada na metáfora investigador-aluno e que deixa de fora as vertentes psicológica e pedagógica.

No âmbito do EMC Cachapuz e colaboradores (2002) propõem a utilização do trabalho experimental como estratégia didática e sugerem que os professores devem pedir aos alunos, com alguma frequência, previsões do que esperam encontrar e justificações para as afirmações que fazem. Nesta perspetiva o trabalho experimental está longe de ser apenas verificatório ou confirmatório como se preconizava nas perspetivas EPT e EPD.

Atualmente é consensual considerar que o EMC tem um impacto limitado no trabalho realizado pelos professores, apesar de representar um avanço em relação ao EPT e EPD por considerar o aluno como um sujeito cognitivamente ativo. Numerosas investigações (Méheut, 1997; Noh & Scharmann, 1997; Basili & Sanford, 1991; Duschl & Gitomer, 1991; Hewson & Torley, 1989; White & Gunstone, 1989; Rogan, 1988; Ben-Zvi et al., 1986; Engel & Driver, 1986; cit. De Posada, 2002) referem que, mesmo depois de uma metodologia de ensino baseada no EMC, ao fim de algum tempo as concepções alternativas que se julgavam substituídas e ultrapassadas tornam a aparecer. De Posada (2002) considera que se pode interpretar este facto como o fracasso do próprio EMC.

As fragilidades desta perspetiva de ensino assentam essencialmente na sobrevalorização da aprendizagem dos conceitos e domínios metodológicos e na desvalorização dos valores, atitudes, interesses e necessidades dos alunos. Cachapuz e colaboradores (2000) consideram que o enfraquecimento desta perspetiva de ensino também se ficou a dever à falta de acompanhamento dos professores, quer na formação inicial quer na contínua, que não contemplou as mudanças que esta perspetiva implicava.

### Ensino Por Pesquisa

A perspectiva de Ensino Por Pesquisa surge no final da década de 90 com base nos argumentos teóricos desenvolvidos por Cachapuz e colaboradores (2000) em articulação com a reflexão em torno das práticas docentes. Trata-se de uma perspectiva focada na construção de conceitos e no desenvolvimento de competências, atitudes e valores, e procura não a instrução como nas perspectivas anteriores mas a educação científica integral dos alunos. Não exclui a mudança conceptual mas reorienta-a, cabendo ao professor orientar a pesquisa, promover e moderar debates de situações CTSA em que os alunos devem procurar ativamente a construção do seu próprio saber. Segundo Cachapuz e colaboradores (2000) o Ensino Por Pesquisa coloca os conteúdos ao serviço da educação em ciência e não unicamente da instrução. Nesta perspectiva o mais importante é o caminho percorrido para se chegar à resolução da questão-problema inicial. Trata-se portanto de mudar atitudes e a organização e metodologia de trabalho, envolvendo cognitivamente e afetivamente os alunos para o exercício de pesquisa partilhada, sem respostas prontas *a priori*, sem um controlo excessivo do professor, passando por soluções provisórias utilizando conteúdos inter e transdisciplinares cultural e educacionalmente relevantes, para obter resposta a problemas reais e assim reconhecidos pelos alunos, num ambiente potencialmente gerador de maior motivação. Pretende-se que a Educação em Ciência garanta aprendizagens que se tornarão úteis e utilizáveis no quotidiano dos alunos, não apenas como meros instrumentos mas no sentido de contribuírem para o desenvolvimento dos jovens como cidadãos de sociedades tecnologicamente desenvolvidas.

A implementação desta perspectiva, segundo Cachapuz e colaboradores (2002), poderá assentar:

- na inter e transdisciplinaridade para desenvolver a compreensão do mundo na sua globalidade e complexidade, conciliando (tanto quanto possível) as visões que os saberes disciplinares isolados fomentam, fundamentam e reforçam;
- na abordagem de questões/situações-problema do quotidiano que poderão possibilitar a construção de conhecimentos e a reflexão

sobre os processos da Ciência e Tecnologia, assim como a sua relação com a sociedade e ambiente (CTSA), desenvolvendo também capacidades, atitude e valores para uma cidadania eticamente responsável;

- no pluralismo metodológico como estratégia de trabalho, com ênfase particular no trabalho experimental;
- no recurso a uma avaliação formadora e não classificatória que envolva todos os intervenientes.

A figura 2 ilustra, segundo Cachapuz e colaboradores (2002), a perspectiva EPP.

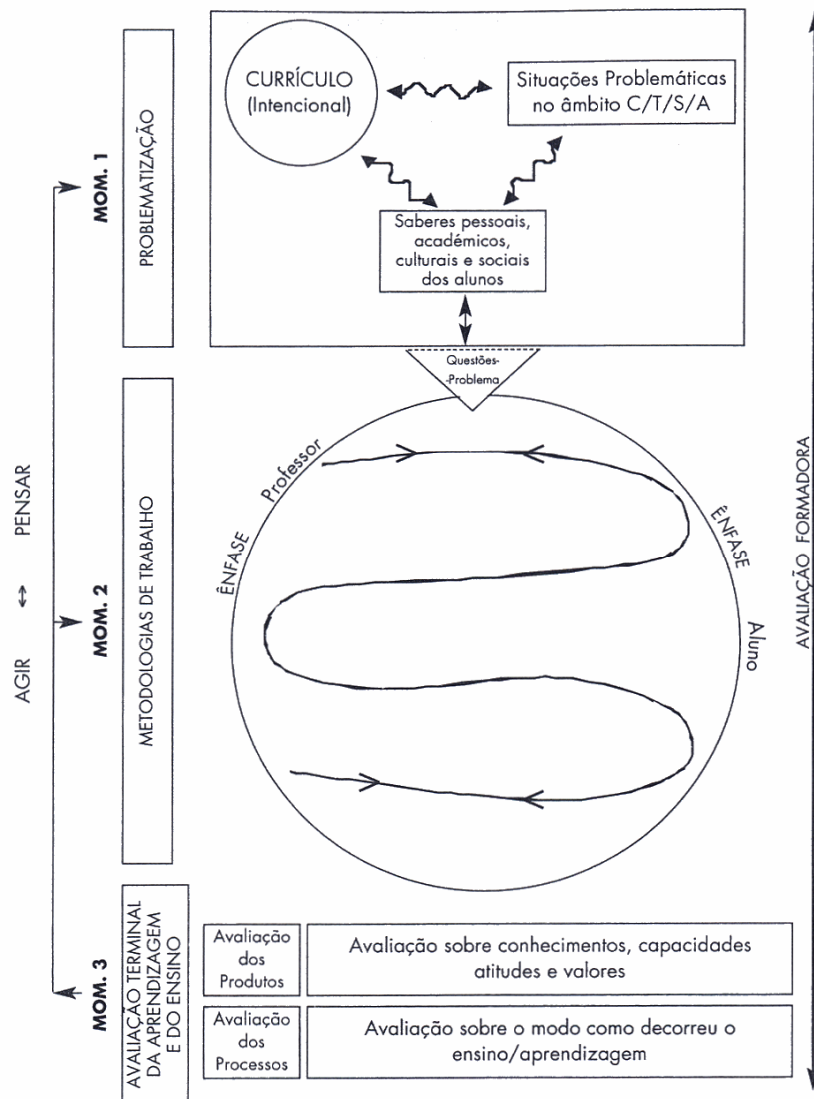


Figura 2. Ensino Por Pesquisa. (Retirado de Cachapuz e colaboradores, 2002).



Com base nos argumentos anteriores, o Ensino Por Pesquisa cria uma rutura com as perspetivas anteriores, em particular com as perspetivas simplistas de Mudança Concetual dos anos 80. Como ficou enumerado, a perspetiva de Ensino Por Pesquisa apresenta-se como mais abrangente, não excluindo contributos das perspetivas anteriores mas antes aproveitando os contributos positivos que delas advierem, reformulando e reorientando algumas conceções e metodologias. Propõe uma didática que valoriza contextos de descoberta, metodologias ativas de corresponsabilização, participação e de empenhamento pessoais, e processos de trabalho interpares e de partilha. Para Cachapuz e colaboradores (2002), tudo isto deverá inserir-se e articular-se com o movimento CTSA.

O Ensino Por Pesquisa advoga também o pluralismo metodológico a nível das estratégias de trabalho. Nestas estratégias enquadram-se uma diversidade de tarefas e atividades a desenvolver nas práticas de ensino e entre as quais Cachapuz e colaboradores (2002) dão uma ênfase particular ao trabalho experimental. No entanto, Fonseca, Barreiras e Vasconcelos (2005) consideram que a designação de trabalho experimental reflete alguma ambiguidade porque as designações trabalho experimental, trabalho prático, trabalho laboratorial e trabalho de campo, são muitas vezes usadas de forma indiscriminada. A figura seguinte procura ilustrar as relações entre as diversas designações.

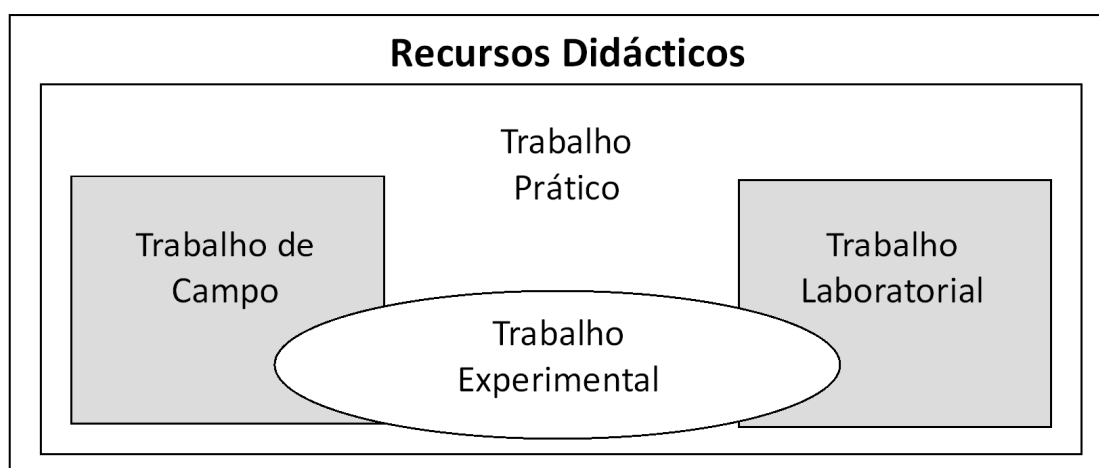


Figura 3. Relação entre trabalho prático, trabalho laboratorial, trabalho de campo e trabalho experimental. (Adaptado por Leite, 2001, de Hodson, 1988).

A utilidade da componente prática/laboratorial/experimental no ensino das ciências é muito vasta, destacando-se os seguintes pontos (Almeida et al., 2001):

- Permite encontrar resposta a situações problema, fazer a circulação entre a teoria e a experiência e explorar resultados;
- Permite ao aluno confrontar-se com as suas próprias representações da realidade;
- Permite ao aluno aprender a observar e, simultaneamente, incrementar a sua curiosidade;
- Permite desenvolver o espírito de iniciativa, a tenacidade e o sentido crítico;
- Permite realizar medições, refletir sobre a precisão dessas medições e aprender ordens de grandeza;
- Auxilia o aluno a apropriar-se de leis, técnicas, processos e modos de pensar.

Enquanto recursos didáticos, estes diferentes tipos de atividades têm abrangências distintas. O trabalho prático engloba todos os restantes e segundo Miguéns (1999) pode ser definido como as “actividades realizadas pelos alunos na sala de aula, no laboratório ou no campo e que implicam uma interação com materiais e equipamento”. Também Leite (2001, p.78) considera que “o trabalho prático é o conceito mais geral e inclui todas as actividades que exigem que o aluno esteja activamente envolvido”.

O trabalho de campo implica necessariamente uma saída do ambiente de sala de aula e sendo indiscutível que as temáticas ambientais são assuntos prioritários na sociedade atual, este tipo de trabalho é um instrumento eficaz para criar e desenvolver com os alunos a relação entre o homem e a natureza e a tecnologia. Para Lopes e Allain (2002), uma aula de campo oferece aos alunos uma maior complexidade pois deparam-se com uma maior quantidade de fenómenos do que numa aula tradicional. Para lidar com essa complexidade a atividade requer uma maior preparação da parte do professor. Segundo Santos (2002), as contribuições das aulas de campo nas Ciências e na Biologia podem ser positivas na aprendizagem de conceitos pois constituem também um estímulo para os professores como uma possibilidade de inovação das suas atividades

letivas e como incentivo para se empenharem mais na aprendizagem dos seus alunos.

O trabalho laboratorial é, segundo Leite (2001), normalmente associado a atividades com utilização de materiais de laboratório, mais ou menos convencionais, mesmo que esses materiais possam ser utilizados noutras situações, como no trabalho de campo. Nessas atividades a sua utilização ocorre num laboratório ou na falta deste, salvaguardando a segurança, numa sala de aula, enquanto o trabalho de campo decorre ao ar livre.

Por outro lado, o trabalho experimental está relacionado com o controlo e a manipulação de variáveis e pode ser ou não laboratorial (Leite, 2001). Segundo o mesmo autor, o critério para distinguir atividades experimentais das não experimentais tem por isso a ver com a necessidade de utilizar variáveis, enquanto a distinção entre atividades laboratoriais e de campo tem a ver com o local onde se realizam. Assim entende-se que o trabalho experimental é o que se refere às investigações que os alunos podem realizar empregando recursos e métodos diversificados, em experiências que procuram a construção de conceitos próximos do conhecimento científico. No entanto Leite (2001) refere que apesar da tentativa de Hodson (1988) para distinguir as diferentes designações, Woolnough (1991; cit. Leite, 2001) no primeiro capítulo do livro "*Practical science*" associou o termo "prático" a "laboratorial" e para muitos educadores em ciências esses conceitos continuaram a ser empregues como sinónimos. Pode assim entender-se que algumas propostas metodológicas de trabalho no ensino das ciências não se interpretem no sentido estrito do termo empregue pelo autor, mas ao conceito mais abrangente de trabalho prático. Esta abordagem de cariz mais geral será tanto mais pertinente quando as propostas não são dirigidas especificamente ao ciclo de ensino a que se pretendem aplicar. O trabalho experimental constitui então um instrumento primordial na relação com a educação científica que o EPP defende (Cachapuz et al., 2002), ou seja, na construção de conceitos, competências, atitudes e valores (Cachapuz et al., 2000).

### **A microbiologia no ensino das ciências**

No âmbito da investigação em ciências da educação, a área disciplinar da Biologia é das menos estudadas (Duarte, 2005). Sendo este um vasto domínio do conhecimento científico, as suas áreas específicas como a microbiologia têm sido virtualmente ignoradas neste tipo de estudos. Jacobucci e Jacobucci (2009) referem que em toda a rede SciELO existia apenas um artigo sobre o tópico “ensino da microbiologia”. Esse artigo refere-se à situação brasileira e no âmbito de um curso de farmácia (Freire & Gambale, 1997).

Conforme se pode concluir do trabalho de Jacobucci e Jacobucci (2009), as referências a conteúdos específicos de microbiologia vocacionados para o ensino são extremamente reduzidas. Para o nível de ensino proposto neste projeto são virtualmente inexistentes. Esta omissão poderá dever-se a fatores como a falta de formação dos investigadores em ciências da educação nesta área específica da Biologia e/ou reduzido número de conteúdos relacionados com esta área nos currículos escolares.

Os trabalhos que vão surgindo relacionam-se com uma perspetiva muito abrangente de educação para a saúde. Embora esta temática esteja presente nos currículos escolares, a sua abordagem é transdisciplinar e não específica das disciplinas científicas, transmitindo por isso uma visão limitada e redutora destes seres e perpetuando a sua conotação negativa no imaginário coletivo dos cidadãos. Apesar dos conteúdos de microbiologia serem pouco explorados nos currículos escolares do ensino básico, há referências à ação positiva de micróbios nos conteúdos escolares. Mas aparentemente essa vertente parece ter menos impacto nos alunos pois como Duarte, Lopes, Pinto, Rios e Guedes (1997) referem, os alunos raramente fazem referências à ação útil dos micróbios presente nos livros de texto, como por exemplo, a sua ação de decompositores, ação na indústria alimentar, na indústria farmacêutica, etc. Há também, segundo Jacobucci e Jacobucci (2009), falha na atualização da informação acerca dos avanços na área da microbiologia. Essa informação raramente é divulgada nos livros de texto, o que ajuda a criar um abismo entre o conhecimento que é gerado nas universidades e o que é transmitido nas escolas. Verjovsky Jurberg e Rumjanek (2009) acreditam que se devem implementar estratégias de divulgação

científica conscientes que interfiram nesse fluxo de informações para divulgar toda a importância dos microrganismos benéficos. Limberger, Silva e Rosito (2011) consideram que como a grande maioria dos microrganismos beneficia o Homem, seja reciclando, produzindo alimentos e produtos industrializados, como instrumentos de investigação, etc., se deve ter em consideração a sua imensa biodiversidade e insistir em como apenas uma pequena parte são prejudiciais. Para incutir nos alunos de ensino básico a ideia da sua grande importância é preciso que entendam o grande papel ecológico que estes desempenham, bem como da sua importância na vida das pessoas. Os mesmos autores referem que estes assuntos costumam ser negligenciados no ensino básico apesar de serem extremamente importantes para a formação dos estudantes enquanto cidadãos conscientes em relação a assuntos como a saúde e o meio ambiente.

Freire e Gambale (1997) consideram que a relevância dos microrganismos no ensino passa também pelo estudo de conceitos como a unidade na bioquímica dos sistemas vivos, a importância da reciclagem para a educação ambiental, a formação sobre genética molecular e a biotecnologia. À escola compete contribuir para a educação e formação integral dos alunos, integrando os conhecimentos curriculares com os seus saberes. Por isso o conhecimento por parte do professor das concepções dos alunos sobre microrganismos, particularmente no que se refere a hábitos de higiene e à saúde, é necessário para a planificação de atividades que permitam aos alunos refletirem e discutirem os conteúdos abordados, para que venham a desenvolver atitudes e procedimentos informados e responsáveis (Zompero, 2009).

### **As tecnologias de informação e comunicação no ensino**

O recurso às TIC faz parte das Competências Essenciais definidas no Currículo Nacional do Ensino Básico. Esse documento contém mais de quarenta referências a promover a sua utilização. Algumas enquanto “Ações a desenvolver pelo professor” que deve, entre outras: criar oportunidades de trabalho com diferentes programas e materiais informáticos, assim como recursos da *Internet*; organizar o ensino prevendo a utilização de fontes de informação diversas e das tecnologias da informação e comunicação; rentabilizar as potencialidades das

tecnologias da informação e comunicação; promover atividades de intercâmbio presencial ou virtual, com utilização, cada vez mais intensa, das tecnologias da informação e comunicação, etc. Outras como “Competências transversais e/ou essenciais”: rentabilizar as tecnologias da informação e comunicação nas tarefas de construção de conhecimento, predisposição para recolher e organizar dados relativos a uma situação ou a um fenómeno e para os representar de modos adequados, nomeadamente através de tabelas e gráficos e utilizando as novas tecnologias, etc.

“O aproveitamento pedagógico das tecnologias de informação e da comunicação (TIC) no ensino é actualmente uma prioridade institucional, quer a nível europeu quer a nível nacional” (Brilha & Legoinha, 1998, p. 1). O programa “*Internet na Escolas*”, o programa “*Nónio Século XXI*”, o Plano Tecnológico da Educação e a iniciativa “*Escola, Professores e Computadores Portáteis*”, entre outros, criaram as condições tecnológicas para que professores e alunos possam usufruir da diversidade de informação *online*, da comunicação, da colaboração e partilha com outros (Carvalho, 2007). “A integração dos serviços da *Internet* nas práticas lectivas com um propósito definido de carácter disciplinar e transdisciplinar pode proporcionar um enriquecimento temático, social e digital para os agentes envolvidos” (Carvalho, 2007, p. 1).

A utilização das TIC na sociedade atual atingiu níveis que não podem ser ignorados. Há portanto a necessidade de o ensino acompanhar esta realidade tirando partido das potencialidades que estes recursos oferecem, tanto para a aprendizagem dos alunos, como para o desenvolvimento da atividade profissional dos docentes. As TIC não podem ser encaradas como uma solução milagrosa para os problemas relacionados com o ensino das ciências, mas apenas como mais um recurso didático. No entanto, a sua omnipresença no dia a dia torna imperativa a sua integração nas atividades escolares. Os alunos devem adquirir competências nestas tecnologias que lhes permitam enfrentar o desafio de uma sociedade onde é emergente a “economia do conhecimento em rede” (Carvalho, 2007, p. 1). “Desta realidade, ressalta a necessidade de conectividade e a importância do conectivismo, imprescindível ao ser humano do século XXI” (Carvalho, 2007, p. 1).

Cada vez mais os alunos chegam à escola habituados a usar o computador e a *Internet*, embora a sua utilização se limite em grande parte a fins lúdicos.

Cabe à escola encaminhar os alunos no reconhecimento de outras potencialidades destas tecnologias.

A utilização das TIC no ensino implica que o professor tradicional, visto pelos alunos como única “fonte de conhecimento”, surja agora como “consultor” e “guia” para um aproveitamento eficaz da informação *online*. A orientação na validação da informação é uma das principais novas tarefas do professor em virtude de não haver qualquer controlo científico/pedagógico/ético na publicação de páginas na Web. (Brilha & Legoinha, 1998, p. 1).

Os alunos atuais estão bastante predispostos para a utilização de novas tecnologias não tendo qualquer receio no seu manuseamento. O uso das TIC na sala de aula pode constituir um atrativo que deverá funcionar a favor do professor no sentido da motivação dos alunos, mas é essencial que o professor se sinta familiarizado e confortável com o seu uso. Para Zhao (2007), o conhecimento que o professor tem da tecnologia e a sua capacidade de exploração da mesma, são fatores essenciais para a aprendizagem bem-sucedida dos alunos, quando o professor recorre às TIC.

Com o acesso à *Internet*, o professor e os alunos deixam de estar isolados e passam a ter acesso à mesma informação que quaisquer outros professores e alunos em qualquer outro lugar. Podem até partilhar, se necessário em simultâneo, os recursos disponíveis e comunicar em tempo real. A rápida evolução das tecnologias e do conhecimento exigem que a educação dê prioridade ao desenvolvimento de competências intelectuais que possibilitem capacidades de aprendizagem ao longo de toda a vida. A necessidade de obter informação a partir de diversas fontes, em particular a armazenada digitalmente, recombina-a e utilizando-a para produzir novos níveis de conhecimento, é um imperativo da educação atual. A escola deve ser capaz de responder às mudanças no processo de ensino-aprendizagem e ao modo como se encara atualmente a natureza do conhecimento (Teodoro & Freitas, 1992). Guerra (2000) considera que a escola se deve transformar numa instituição em constante aprendizagem e que não esteja de costas voltadas para a sociedade. Carvalho (2007, p. 27) defende o “uso da *Internet* e dos seus serviços como meio para aprender, individual e colaborativamente, não só através de pesquisa livre ou estruturada mas

também como meio para apresentar e partilhar o trabalho realizado à turma e a todos os que lhe queiram aceder *online*".

A massificação da utilização das TIC e do acesso à *Internet* potenciam um "novo estilo de pedagogia que favorece a aprendizagem personalizada e a aprendizagem cooperativa" (Lévy, 2001). Neste âmbito, os recursos disponíveis na Web podem constituir uma significativa mais-valia enquanto ferramenta de apoio para alunos e professores. Para efeitos de ensino e formação, os sistemas ou plataformas de gestão de aprendizagem *online* (LMS, *Learning Management System*), por vezes também designados como ambientes virtuais de aprendizagem (VLE, *Virtual Learning Environment*), reúnem numa estrutura conveniente um conjunto de ferramentas que possibilitam e facilitam: a organização de conteúdos; a aquisição e construção de novos conhecimentos; o desenvolvimento da autonomia; processos de aprendizagem colaborativa; a comunicação e a interação; a auto e heteroavaliação. Silva (2004, p. 5) considera que com "as novas plataformas pode desenvolver-se um ensino mais planificado, mais flexível, mais estimulante do trabalho colaborativo e mais respeitador do ritmo individual dos alunos". Este tipo de propostas podem por outro lado revelar-se problemáticas pois os conteúdos interativos não devem ser uma simples transposição dos conteúdos do ensino presencial, é essencial que sejam devidamente adequados e adaptados.

Na realidade, se é fácil dizer-se que podemos proporcionar actividades interactivas de aprendizagem através de computadores e *Internet*, a sua concepção, produção e distribuição implicam não só uma investigação profunda sobre as suas didácticas, a sua divulgação e generalização (que ainda não foi realizada entre nós), como também um planeamento cuidado e agentes educativos preparados para as executar. (Santos, 2006, p. 78).

De acordo com vários estudos realizados neste âmbito é relevante a importância dada à interação pessoal entre professores e alunos, entre alunos, assim como com os conteúdos. Os alunos são responsabilizados pela sua aprendizagem e assumem um "papel mais activo, devendo ir à procura da informação e utilizar o seu próprio método e ritmo para a construção do conhecimento". (Pinto, 2003, p. 11). No estudo realizado por Santos (2006), alunos e professores de Matemática do 12.º ano consideraram a integração da Escola Virtual nas aulas muito profícua. No entanto esta é uma solução por subscrição com custos



associados, o que pode condicionar a sua adoção por parte dos estabelecimentos de ensino. Seria desejável que existissem alternativas com o mesmo, ou próximo, nível de qualidade e de acesso gratuito. Esta é uma insuficiência reconhecida, pois como diz Carvalho (2007, p. 36), “nesta altura compete ao Ministério da Educação assumir responsabilidade pela disponibilização de conteúdos interactivos e com qualidade para os diferentes níveis de ensino”. Esta proposta apenas reclama o que já acontece noutros países, por exemplo no Brasil, no sítio RIVED (Rede Interativa virtual de Educação), onde há muitos recursos de aprendizagem prontos a serem reutilizados.



## CAPÍTULO III – METODOLOGIA

Neste capítulo faz-se a descrição da metodologia utilizada, ao longo da realização do estudo, para se atingirem os objetivos definidos no capítulo I.

O capítulo está organizado nas secções que a seguir se enumeram: descrição do estudo; caracterização da amostra; instrumentos de investigação; recolha de dados; intervenção pedagógica; e por último, tratamento e análise de dados.

### **Descrição do estudo**

O estudo que seguidamente se descreve teve como propósito avaliar as potencialidades e limitações de uma proposta didática elaborada e aplicada na leção do tema “A célula – unidade na constituição dos seres vivos e diversidade e classificação dos seres vivos”, na disciplina de Ciências da Natureza, do 5.º ano de escolaridade, cuja descrição se encontra no ponto “Intervenção pedagógica” deste capítulo. Tratou-se de uma experiência de ensino de cariz construtivista segundo a perspectiva de Ensino por Pesquisa, utilizando recursos diversificados, em que os microrganismos, a pesquisa recorrendo à utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e o trabalho laboratorial assumiram especial relevância.

Após a identificação do problema e definição dos objetivos do estudo, enunciados no capítulo I, foi selecionada uma amostra, cujo processo de seleção e caracterização se descreve no ponto “Caracterização da amostra” deste capítulo.

O passo seguinte consistiu na preparação e validação de um questionário base (pré-teste) para recolher concepções dos alunos relativamente aos conceitos a abordar durante a intervenção pedagógica.

Depois de construído e validado o pré-teste, este foi aplicado aos alunos que constituíram a amostra cinco semanas e meia antes do início da intervenção pedagógica. Deste modo foi possível analisar os resultados dessa aplicação e planificar as atividades a desenvolver tendo em conta os conhecimentos e concepções expressas pelos alunos relativamente ao tema.

Concluída a intervenção pedagógica, foi aplicado aos alunos que participaram no estudo um segundo questionário (pós-teste 1). Este consistiu na reaplicação do primeiro questionário (pré-teste) acrescido de uma extensão que visava avaliar o impacto e aceitação das atividades desenvolvidas junto dos alunos participantes.

A recolha de dados ficou concluída com a aplicação do terceiro questionário (pós-teste 2) aos alunos que constituíram a amostra inicial, após o período de férias de verão, no início do ano letivo seguinte.

A descrição dos questionários utilizados na recolha de dados e do processo de validação dos mesmos, bem como os pressupostos que nortearam a sua aplicação encontram-se nos pontos “Instrumentos de investigação” e “Recolha de dados”.

Terminada a recolha de dados foi necessário reapreciar o conjunto de informações obtidas e definir o processo de tratamento de dados como se descreve no ponto “Tratamento e análise de dados” deste capítulo.

### **Caracterização da amostra**

O estudo envolveu 44 alunos de duas turmas de Ciências da Natureza do quinto ano de escolaridade, de uma escola do ensino básico e secundário, com 2.º e 3.º ciclo, localizada no Norte de Portugal.

A seleção da amostra obedeceu aos seguintes critérios: os alunos fazem parte do conjunto de turmas atribuídas ao docente; os alunos são do quinto ano de escolaridade pois é neste ano que o programa de Ciência da Natureza contém os conteúdos alvo da investigação e também para permitir a conclusão da investigação no ano letivo seguinte enquanto alunos do docente numa perspetiva de continuidade praticada na escola; os alunos são de turmas sem retenções neste ano de escolaridade para assegurar que não existem alunos que assistiram à lecionação do tema; os alunos são de turmas com aulas de Ciências da Natureza nos mesmos dias do horário semanal.

A amostra era constituída por 52,3% de rapazes e 47,7% de raparigas. Em termos etários, 36,4% dos alunos tinham 9 anos e 63,6% tinham 10 anos.

A caracterização sociocultural dos alunos da amostra foi realizada tendo em conta critérios constantes da edição de 2011 do documento “Classificação Portuguesa das Profissões de 2010” do Instituto Nacional de Estatística, I.P. (INE). Neste documento as profissões são agrupadas em dez Grandes Grupos que podem ser relacionados com níveis de competências para o exercício de cada profissão decorrentes do nível de escolaridade segundo a Classificação Internacional Tipo de Ensino de 1997 (CITE/97) e a Classificação Internacional Tipo de Profissões de 2008 (CITP/2008). A mais recente estabelece quatro níveis de competências: 1. primeira etapa do ensino básico; 2. segunda etapa do ensino básico, ensino secundário e ensino pós-secundário não superior; 3. primeira etapa do ensino superior B; 4. primeira etapa do ensino superior A e segunda etapa do ensino superior. Os dados socioeconómicos utilizados foram recolhidos pelos diretores de turma no início do ano letivo 2009/2010. Considerou-se como representativo do nível sociocultural do agregado familiar o elemento com maior nível de competência (CITP/2008).

A tabela seguinte apresenta sumariamente a caracterização sociocultural do agregado familiar dos alunos com base nos critérios descritos anteriormente.

Tabela 1. Caracterização sociocultural dos agregados familiares.

Níveis de competência (CITP/2008)			
1	2	3	4
38,6%	40,9%	18,2%	2,3%

### **Instrumentos de investigação**

Partindo dos objetivos definidos para o estudo era necessário selecionar uma técnica de recolha de dados que proporcionasse um método organizado para obter informações como é sugerido por autores como De Ketele e Roegiers, (1998). Tendo em conta o tipo de estudo e o tempo disponível para a sua realização (Bardin, 2009) optou-se pela utilização de questionários. Considerando que o tratamento de dados está sujeito à interpretação pessoal do investigador e a outras influências, diretas ou indiretas, mesmo que inconscientes, da componente social e cultural de cada um (Bogdan & Biklen, 2010) procurou-se

atenuar estes problemas tendo alguns cuidados durante a elaboração, aplicação e tratamento dos questionários. Com esse intuito foram adotadas duas abordagens metodológicas, a qualitativa e a quantitativa. Apesar das diferenças existentes entre elas, segundo Neves (1996), essas visões não se excluem nem se pode dizer que se oponham como instrumentos de análise, antes se complementam e podem contribuir para uma melhor compreensão do objeto em estudo. O essencial é que a abordagem empregue sirva o objetivo da pesquisa.

Com vista a englobar os vários objetivos que se pretenderam atingir neste estudo foi necessário utilizar questões de diversos tipos e recorrer a variadas formas de tratamento das respostas obtidas. Foi também necessário utilizar questionários em diferentes momentos e com diferentes questões para abarcar as diferentes situações a analisar.

### **Questionários**

Procurando minimizar as limitações decorrentes de cada método utilizado e aproveitar as possíveis vantagens de cada um deles, optou-se pela elaboração de um questionário e uma extensão ao questionário como método de recolha de dados. O questionário é um instrumento que pode ser orientado para os objetivos pretendidos, tanto nas questões que o constituem como na sua sequência (Cohen & Manion, 1990). Proporciona ainda, conforme o tipo de questões utilizadas, diversos tipos de tratamento de dados. Assim, foi elaborado um questionário base a ser aplicado em três momentos diferentes e uma extensão visando avaliar as atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica.

O questionário base, que se designou de pré-teste e pós-teste 2 (anexo 1), foi elaborado com base nos conteúdos a lecionar durante a intervenção pedagógica e teve em conta a adequação dos conteúdos abordados e linguagem utilizada ao tema em estudo e a faixa etária dos alunos. É constituído por um total de dez questões de diferentes tipos. As primeiras cinco questões visavam avaliar o conceito de microrganismo e incluem duas questões de resposta aberta (n.º1 e n.º4), duas questões mistas com uma parte de escolha múltipla e uma parte de justificação aberta (n.º2 e n.º3) e ainda uma questão mista com uma parte de escolha múltipla e uma parte para exemplificação (n.º5). A segunda parte do

questionário, com mais cinco questões, pretendia avaliar o conceito de ser vivo e inclui uma questão de escolha múltipla (n.º6) e quatro questões de resposta aberta (n.º7 a n.º10). Com exceção da questão n.º6, todas as questões de escolha múltipla admitiam apenas o assinalar de uma única opção. Com a utilização de questões de diferentes tipos pretendeu-se realizar uma recolha de dados diversificada e que permitisse diferentes modos de tratamento das respostas obtidas, tanto por análise de conteúdo como por tratamento estatístico.

A extensão do questionário (anexo 2), que juntamente com o questionário base constituiu o pós-teste 1, foi elaborada com o objetivo de avaliar o impacto e aceitação das atividades desenvolvidas junto dos alunos participantes logo após a conclusão da intervenção pedagógica, e, tentar determinar o grau de sucesso, do ponto de vista dos alunos, das propostas didáticas implementadas. A extensão é constituída por cinco questões que procuram recolher a opinião dos alunos sobre cada uma das tarefas realizadas. As três primeiras (n.º10 a n.º13) são de escolha múltipla e incidiram sobre as preferências dos alunos pelas atividades e a duração dessas mesmas atividades. As restantes duas questões (n.º14 e n.º15) são de resposta aberta e procuraram obter uma fundamentação para algumas das opções selecionadas pelos alunos na questão n.º11.

### **Validação dos instrumentos de investigação**

Depois de construídos os instrumentos de investigação, estes foram submetidos a um processo de validação por um painel constituído por 6 docentes, com 16 ou mais anos de serviço, que lecionavam Ciências da Natureza do ano de escolaridade em estudo. Foi-lhes pedido que se pronunciassem relativamente aos instrumentos de avaliação em termos de adequação das questões aos objetivos da investigação, objetividade, clareza, pertinência, linguagem e adequação em relação ao tipo de alunos a que se destinavam. Desse painel surgiram algumas sugestões de alteração de alguns termos em duas questões para clarificação da linguagem e uma proposta de reformulação de uma outra questão. Procedeu-se então à integração dessas sugestões para melhoria da adequação dos instrumentos aos objetivos do estudo e à amostra a utilizar. A nova versão obteve a concordância do painel consultado.

Seguidamente realizou-se a segunda etapa da validação dos instrumentos de investigação, tendo estes sido aplicados a uma amostra constituída por alunos de outras turmas do mesmo ano de escolaridade e que não pertenciam ao conjunto de turmas atribuídas ao investigador. Após a aplicação foram selecionados oito alunos de acordo com o seguinte critério: os quatro que primeiro concluíram o preenchimento do questionário base e os quatro últimos a terminarem o mesmo preenchimento. Com este grupo foi realizada uma entrevista informal para detetar dificuldades de compreensão, verificar a clareza das questões, a extensão e o tempo necessário para a realização adequada do preenchimento do questionário. Foi unânime a opinião de que o questionário era claro, não levantava dúvidas e o tempo para o preenchimento era adequado. Assim não foi necessário efetuar qualquer alteração.

### **Recolha de dados**

A recolha de dados foi realizada em três etapas distintas: a primeira aplicação (pré-teste) foi feita uma semana e meia antes do início da intervenção pedagógica; a segunda aplicação (pós-teste 1) foi feita imediatamente após a conclusão da intervenção pedagógica; a terceira aplicação (pós-teste 2) foi feita cerca de dois meses e meio depois da segunda aplicação.

Pretendeu-se com a primeira aplicação realizar um diagnóstico dos conhecimentos e concepções dos alunos antes da intervenção pedagógica para orientar a planificação das atividades a implementar. A segunda aplicação visou recolher informações sobre os conhecimentos e concepções dos alunos após a intervenção pedagógica para tentar avaliar o seu impacto e ainda conhecer a opinião dos alunos sobre as atividades realizadas. A terceira aplicação procurou recolher informações sobre a retenção e consolidação dos conhecimentos e concepções, adquiridas pelos alunos durante a intervenção pedagógica, após um intervalo de tempo sem contacto com a disciplina de Ciências da Natureza e o ambiente escolar.

Todos os questionários foram aplicados em ambiente de sala de aula pelo docente/investigador durante as respetivas aulas de Ciências da Natureza conforme o horário semanal das turmas.



Todas as aplicações se iniciaram com uma fase de esclarecimento sobre os objetivos da tarefa e instruções relevantes para o adequado preenchimento dos questionários. Durante a aplicação dos questionários, para recolha de dados, não foram permitidas interações pessoais entre os intervenientes, quer entre os alunos, quer com o docente/investigador, para evitar influências no conteúdo das respostas expressas por cada aluno (Bogdan & Biklen, 2010).

Em todas as aplicações foi referido que os questionários não teriam relevância na avaliação dos alunos na disciplina de Ciências da Natureza. Foi também estabelecida logo de início a duração da realização do preenchimento dos questionários, 45 minutos para o pré-teste e pós-teste 2 e 55 minutos para o pós-teste 1, por ser mais extenso. Durante o decurso do preenchimento os alunos foram informados do tempo restante para concluírem a tarefa aos 15 e 5 minutos para o término do tempo estabelecido inicialmente.

### **A intervenção pedagógica**

Partindo do pressuposto que “a utilização de trabalho prático de natureza diversificada é imprescindível para a promoção do ensino aprendizagem das ciências” (Afonso & Leite, 2003, p. 1116), a intervenção pedagógica contemplou um conjunto de nove atividades: pesquisas na *Internet*; preparação de uma infusão; utilização do sítio da Escola Virtual; utilização do sítio Skool.pt; observação microscópica da letra F manuscrita em papel; preparação e observação microscópica de protozoários; observação microscópica de bactérias; preparação e observação microscópica de células do epitélio lingual; preparação e observação microscópica de células da cebola. As atividades foram desenvolvidas ao longo de dez aulas perfazendo um total de sete blocos e meio letivos. A organização curricular do 2.º ciclo consagra para a disciplina de Ciências da Natureza um total de um bloco (90 min) e meio (45 min) de aulas semanais. Assim os sete blocos e meio da intervenção pedagógica foram distribuídos equitativamente por cinco blocos e cinco meios blocos. Como a intervenção pedagógica decorreu na parte final do 3.º período, durante os meses de maio e junho, esteve sujeita a algumas interrupções pelo que as dez aulas decorreram ao longo de seis semanas. A duração da intervenção pedagógica

para o tema tratado foi superior ao tempo que é usualmente dedicado a este tema nas planificações dos grupos disciplinares. A necessidade de dedicar mais tempo ao tema deveu-se à metodologia e ao tipo de atividades implementadas. Em particular as atividades iniciais com recurso às TIC, bem como a utilização destas como apoio e complemento das atividades laboratoriais, não são ainda, no nosso entender, utilizadas pela generalidade dos docentes. Assim, consideramos conveniente a utilização de todos os recursos disponíveis com o propósito de “inovar a prática pedagógica tentando criar ambientes motivadores para os alunos (...), para serem cidadãos críticos, criativos e capazes de promover transformações, tendo em si a capacidade de formulação e reformulação pessoais” (Limberger et al., 2011, p. 8).

### **Pesquisas na *Internet***

O recurso às TIC faz parte das Competências Essenciais definidas no Currículo Nacional do Ensino Básico.

Tirando partido dos recursos disponibilizados no âmbito do PTE, foram planeadas algumas pesquisas na *Internet*. Os alunos realizaram essas buscas a partir de palavras-chave sugeridas durante uma discussão em grande grupo. Dada a limitada autonomia inerente à faixa etária dos alunos, foi necessária bastante orientação e apoio para a escolha dos termos a pesquisar e para a seleção dos recursos obtidos a partir do motor de pesquisa. Pretendia-se reforçar a importância dos microrganismos na Biodiversidade e como 2010 era o Ano Internacional da Biodiversidade, foi essa a pesquisa inicial sugerida pela questão: “2010 é o Ano Internacional da Biodiversidade. Algum de vocês sabe do que se trata?”. A figura seguinte ilustra um resultado obtido num dos sítios consultados.

## Ano Internacional da Biodiversidade arranca hoje

Objectivo é alertar para o desaparecimento de milhares de espécies em todo o mundo



O Ano Internacional da Biodiversidade arranca esta segunda-feira e tem como missão alertar para o contínuo empobrecimento do Planeta, numa altura em que os cientistas estimam que 34 mil espécies de plantas e 5200 de animais estão em risco de extinção.

A iniciativa, cujo arranque é em Berlim, foi lançada em 2006 pela ONU, que apelou à participação das associações internacionais em acções que visem **alertar todos os cidadãos para o contínuo empobrecimento da biodiversidade, com o**

**desaparecimento de milhares de espécies.**

Em Portugal, estão planeadas várias acções de sensibilização e divulgação ao longo do ano para «levar a temática da biodiversidade ao cidadão», como disse a ministra do Ambiente, Dulce Pássaro, em declarações à Lusa no final de Dezembro.

...

Figura 4. Ano Internacional da Biodiversidade.  
(Retirado do sítio [diario.iol.pt](http://diario.iol.pt) em maio de 2010).

Seguiram-se outras pesquisas motivadas pela leitura e debate de resultados obtidos como o anterior, nomeadamente para responder à questão: “*O que é a biodiversidade?*”. A pesquisa realizada produziu resultados com graus muito diversificados de detalhe da informação pelo que foi necessário debater a qualidade da informação.

Esta atividade, usando motores de busca na *internet*, decorreu durante uma aula de 90 minutos (um bloco), terminando com um apontamento final em que os alunos concluíram que: “*A biodiversidade engloba a variedade de genes, espécies e ecossistemas que constituem a vida no planeta*”.

A pesquisa usando motores de busca na *internet* foi também utilizada em aulas posteriores para complementar outras atividades.

### Preparação de uma infusão

Durante uma das pesquisas efetuadas para obtenção de informações sobre seres macroscópicos e seres microscópicos, um dos sítios consultados, do domínio [cienciaviva.pt](http://cienciaviva.pt), apresentava um protocolo para observação destes seres

onde se propunha a preparação de uma infusão como meio de cultura de protozoários (fig. 5).

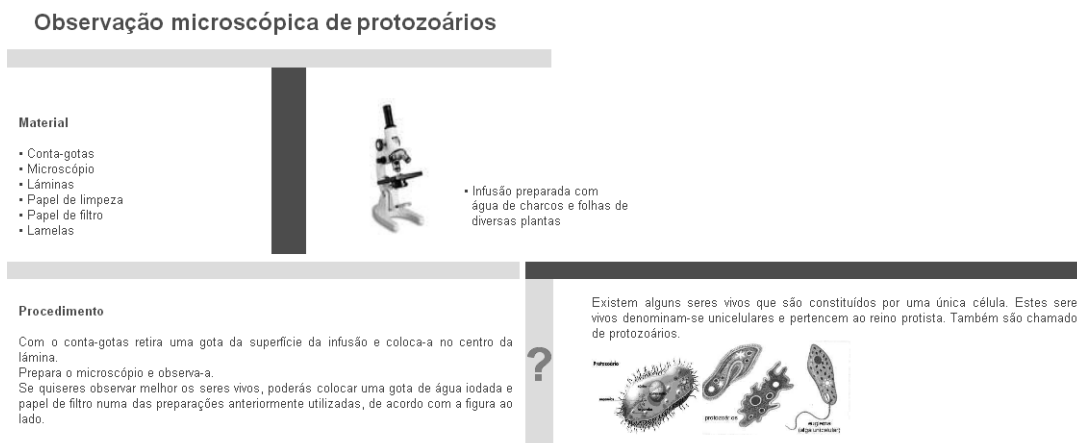


Figura 5. Projeto "Crescer no Mundo das Ciências".  
(Retirado do sítio [cienciaviva.pt](http://cienciaviva.pt) em maio de 2010).

Seguindo as instruções fornecidas pela pesquisa realizada, os alunos efetuaram esta atividade prática recolhendo no recinto da escola os materiais: água de um tanque e folhas de diversas plantas, que depois no laboratório prepararam de modo a obterem uma infusão de onde, mais tarde, se colheriam as amostras para as preparações microscópicas destinadas à observação de protozoários. A atividade completa, pesquisa e trabalho prático, teve a duração de meio bloco (45 min).

### Utilização do sítio da Escola Virtual

Seguindo a corrente proposta pelo Currículo Nacional do Ensino Básico, as editoras têm procurado fornecer aos docentes um conjunto de recursos multimédia de apoio ao ensino dos quais se destaca a Escola Virtual da Porto Editora. Sendo este um recurso disponível na escola onde se efetuou este estudo e perspetivando-se um aumento da sua utilização, considerou-se que os alunos da amostra deste estudo deveriam também ter contacto, no âmbito da disciplina de Ciências da Natureza, com o referido recurso didático.

A Escola Virtual foi usada para introduzir alguns conteúdos programáticos como a Classificação dos seres vivos, e também, como um complemento das restantes atividades (fig. 6).



Figura 6. Classificação dos seres vivos.  
(Retirado do sítio escolavirtual.pt em maio de 2010).

Na leção dos conteúdos relativos à classificação dos seres vivos partiu-se de uma questão problematizadora que suscitasse a participação dos alunos. Foram debatidas as respostas e salientaram-se os termos como ordenar, organizar, distinguir, etc, procurando reforçar a necessidade da existência de uma ferramenta que possibilite e facilite a distinção e organização dos seres vivos com o objetivo de facilitar o seu estudo. Assim que se obteve um consenso nas respostas foi apresentada a sequência didática proposta pela Escola Virtual. Dado o carácter interativo e a variedade das tarefas apresentadas nesse recurso, os alunos participaram ativamente na atividade não se limitando a serem espectadores passivos. A atividade descrita teve uma duração de um bloco (90 min).

### Utilização do sítio Skool.pt

Atualmente parece ser consensual que os recursos multimédia, especialmente os interativos, são uma mais-valia para o processo de ensino e aprendizagem. No entanto alguns recursos, como a Escola Virtual, têm custos económicos associados que podem torná-los indisponíveis. Por isso decidiu-se testar também uma solução gratuita (fig. 7) que à partida se apresenta como de qualidade pelos apoios e promotores envolvidos: Intel, Universidade de Coimbra,

Instituto Politécnico de Castelo Branco e o financiamento através de fundos Europeus. Deste modo foi também possível fazer uma comparação entre os dois recursos multimédia utilizados, com base nas reações e opiniões dos alunos da amostra. O método de utilização foi semelhante para ambos os recursos, embora limitado às atividades constantes de cada um.

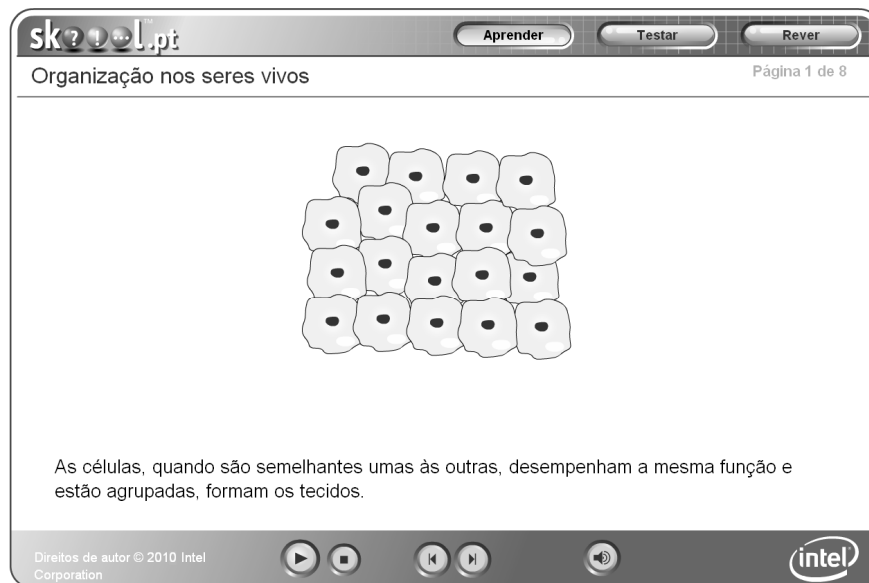


Figura 7. Organização dos seres vivos.  
(Retirado do sítio skool.pt em maio de 2010).

O recurso não motivou os alunos e a abordagem realizada foi considerada fastidiosa, como se depreende da seguinte justificação expressa por um deles: “A skool.pt era um bocado aborrecido e não explicava bem as coisas”. Face à reação dos alunos ao recurso, que se prende com a falta de variedade das apresentações e o carácter meramente expositivo que as caracteriza, a sua utilização acabou por ser restringida apenas à primeira aula, em que também foi utilizada pela primeira vez a Escola Virtual. O facto de se tratar de um recurso gratuito, por contraposição com um recurso pago, poderá potenciar a sua utilização pontual quando não houver outro recurso multimédia disponível, apesar da sua falta de interatividade. Mas contrariamente à Escola Virtual, não constitui uma possibilidade de utilização sistemática pois não desperta o interesse dos alunos e não constitui verdadeiramente um recurso inovador.

### **Observação microscópica da letra F manuscrita em papel**

Como primeiro contacto de manipulação do microscópio em que os alunos efetivamente tiveram a possibilidade de praticarem o que lhes foi apresentado e descrito, foi realizada a observação da letra F manuscrita em papel. O microscópio foi apresentado através da Escola Virtual tendo os alunos, em simultâneo, microscópios nos grupos de trabalho onde puderam ver e experimentar os diferentes componentes do instrumento. Foram também realizadas algumas pesquisas na *Internet* sobre a “História da microscopia” e a “Origem e Evolução do Microscópio, tendo sido consultados os sítios [www.infopedia.pt](http://www.infopedia.pt) e [www.prof2000.pt](http://www.prof2000.pt). A apresentação incluiu alguma da história da invenção e evolução do microscópio, a constituição e função de cada componente, procedimentos a efetuar para a realização de observações microscópicas e ainda alguns cuidados a ter na sua utilização.

Concluída a apresentação passou-se a uma atividade prática que consistiu na realização e observação de uma preparação microscópica. Os alunos escreveram com esferográfica numa folha de papel um F maiúsculo tentado que o carácter fosse o mais pequeno possível. Recortando a porção de papel manuscrito e utilizando o material (previamente apresentado) para observações microscópicas, montaram uma preparação que seguidamente observaram seguindo os procedimentos de iluminação e focagem descritos anteriormente. Esperou-se que todos os grupos tivessem concluído com sucesso estas etapas, o que demorou algum tempo, sendo necessário em alguns casos o apoio direto do docente, antes de se avançar para a etapa fundamental desta atividade. Pediu-se então aos alunos que, enquanto procediam à observação do material, movessem a preparação, observassem o comportamento da imagem no campo do microscópio, discutissem o ocorrido e fizessem um registo no caderno diário. Seguidamente cada grupo apresentou sumariamente o que pôde constatar. Em grande grupo elaborou-se um resumo final global das constatações apresentadas.

Para além de permitir a experimentação prática da manipulação do microscópio e dos procedimentos necessários à realização de observações, era objetivo da atividade que os alunos constatassem que o material observado se apresenta invertido vertical e horizontalmente no campo do microscópio, assim

como o facto de a imagem observada se movimentar em sentido contrário ao movimento real da preparação movimentada fisicamente. Este conhecimento é necessário para que quando se observam e se procuram seguir as movimentações de microrganismos ao microscópio se possam acompanhar quando saem do campo de observação. O domínio deste facto, contrário ao senso comum, exige bastante treino que o tempo disponível durante a intervenção pedagógica não permitiu desenvolver. Por isso durante observações de micróbios os alunos revelaram muitas dificuldades em proceder a essas observações. Esta atividade procurou também preparar os alunos para a realização de forma mais autónoma das observações subsequentes. A atividade decorreu durante um bloco (90 min).

### **Preparação e observação microscópica de protozoários**

Com a observação de protozoários pretendeu-se confrontar os alunos com os microrganismos de um modo mais concreto, para os retirar do imaginário e torná-los mais distintos e reais construindo assim uma conceção mais aceitável.

Para a realização desta atividade recorreu-se à recapitulação de alguns assuntos abordados em aulas anteriores, particularmente durante as pesquisas realizadas na *Internet*, a abordagem à classificação dos seres vivos e a infusão previamente preparada pelos alunos. Foi dado aos grupos de trabalho uma ficha com o procedimento para a realização da atividade e que incluía o material necessário, os passos a efetuar para fazer a preparação microscópica, os passos a efetuar para preparar o microscópio e realizar a observação, uma lista de itens a anotar no caderno diário para fazer o registo da observação. Durante a atividade foi pedido aos alunos que tentassem identificar alguns dos seres que estavam a observar. Para os auxiliar foram colocadas no quadro interativo algumas imagens que ilustravam alguns dos seres que poderiam encontrar nas suas preparações (fig. 8).



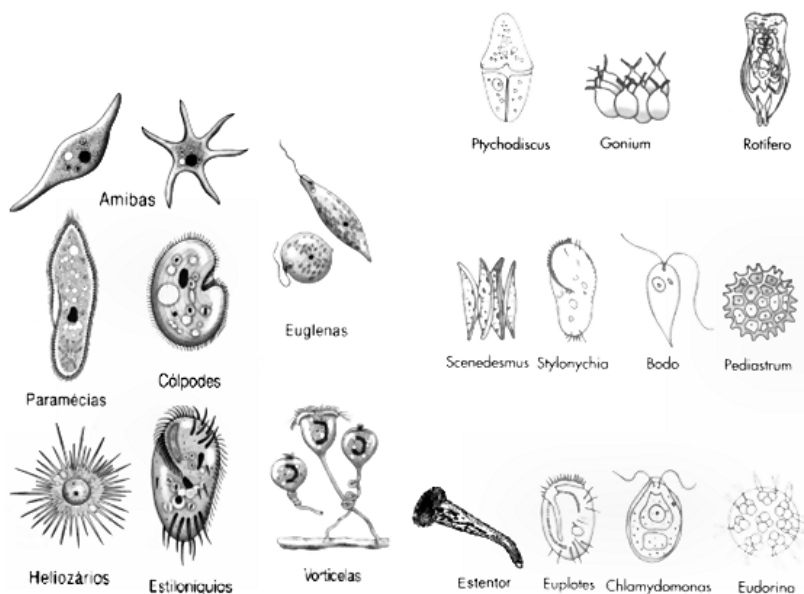


Figura 8. Exemplos de Protozoários.  
(Retirado do sítio [www.sroque.org](http://www.sroque.org) / Projecto Viver com Saúde em maio de 2010).

Mesmo considerando que se trata de seres microscópicos, as suas dimensões relativas são bastante variáveis. Nesse sentido foram apresentados aos alunos alguns vídeos que ilustravam, numa mesma preparação, seres de dimensões bastante diferentes (fig. 9).



Figura 9. Vídeo de Protozoários.  
(Retirado do sítio [www.youtube.com](http://www.youtube.com) em maio de 2010).

A utilização dos vídeos procurou complementar as observações que, em alguns casos, não foram totalmente satisfatórias devido ao facto de os microscópios serem muito antigos, com mais de 25 anos, e alguns deles evidenciarem grande desgaste.

A realização de observações microscópicas constitui uma das atividades de trabalho prático que mais motiva e envolve os alunos deste nível etário em processos que os aproxima do trabalho laboratorial que se desenvolve na biologia. A atividade decorreu durante um bloco (90 min) tendo o docente acompanhado o trabalho realizado por cada grupo ao longo da aula.

### **Observação microscópica de bactérias**

Após a observação de seres do reino protista e, segundo o mesmo propósito de os retirar do apenas imaginário e desenvolver nos alunos conceções mais compreensivas no que respeita aos microrganismos e à biodiversidade realizaram-se observações de seres do reino monera.

Foram várias as condicionantes na realização desta atividade que conduziram ao modo como foi implementada. Optou-se por tentar a observação apesar de os microscópios disponíveis terem uma capacidade de ampliação máxima bastante reduzida para se observarem este tipo de seres. Considerou-se que poderia funcionar como mais um reforço para as conceções dos alunos, da diversidade de tamanhos e formas que os micróbios podem ter, ao constatarem a dificuldade de observação com os recursos disponíveis em comparação com o que foi possível observar dos protistas com os mesmos recursos. Além disso, uma vez que os processos de cultura necessários para o cultivo laboratorial deste tipo de seres implicam procedimentos e conteúdos que não fazem parte do programa da disciplina de Ciências da Natureza do 5.º ano da escolaridade, optou-se pela utilização de preparações definitivas adquiridas comercialmente de alguns tipos de bactérias.

Foram distribuídas diferentes preparações aos diferentes grupos e foi-lhes pedido que procedessem à observação e identificação dos seres que estavam a observar. Também nesta atividade foram colocadas no quadro interativo, como auxílio para a identificação, imagens que ilustravam alguns dos seres que os alunos poderiam encontrar nas respetivas preparações (fig. 10).

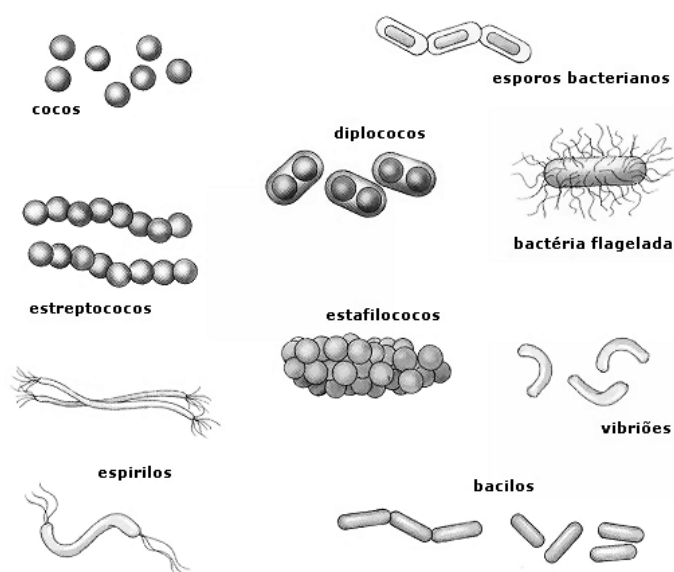


Figura 10. Exemplos de Bactérias.  
(Retirado do sítio [www.infoescola.com](http://www.infoescola.com) em maio de 2010).

Dadas as limitações dos microscópios, cuja ampliação máxima era de apenas 450x, não foi possível observar mais do que muito pequenos pontos ou traços. Por isso recorreu-se, como esperado, à pesquisa na *Internet* de imagens de alguns tipos de bactérias com ampliações muito mais elevadas, algumas provenientes de microscópios eletrónicos com ampliações de milhares de vezes. Estas imagens complementaram a observação e permitiram aos alunos realmente observarem o aspeto e formas destes seres.

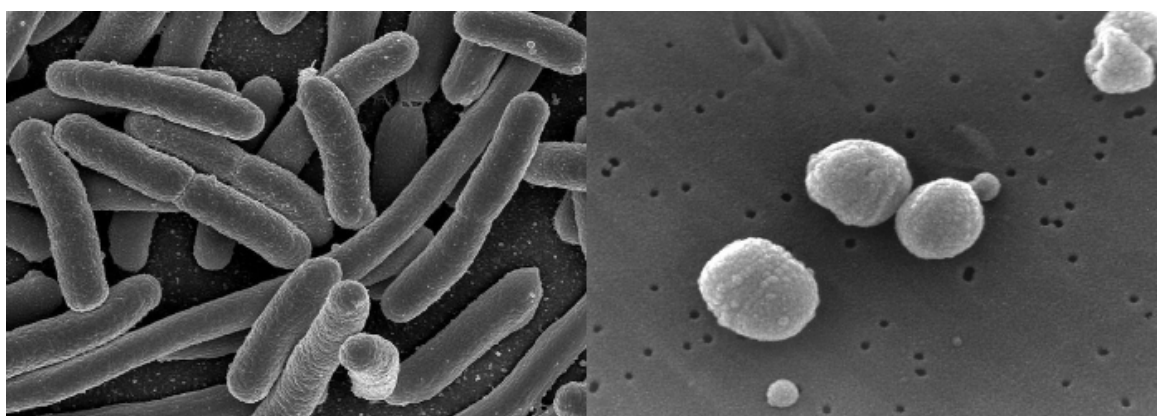


Figura 11. *Escherichia coli* e *Streptococcus pneumoniae*.  
(Retirado do sítio [wikipedia.org](http://wikipedia.org) em maio de 2010).

A atividade de observação de seres do reino monera teve a duração de meio bloco (45 min).

Após se terem observado seres unicelulares foi introduzida, com recurso a algumas pesquisas na *Internet* em sítios como [www.cientic.com](http://www.cientic.com) e à Escola Virtual, a teoria celular, a diversidade de células, a constituição geral das células animais e vegetais e a organização geral dos seres vivos pluricelulares. Estes conteúdos foram lecionados ao longo de dois blocos e meio, tendo sido complementados com trabalho prático de observação de células animais e vegetais provenientes de seres macroscópicos. Procurou-se salientar o facto de que todos os seres vivos são constituídos por células em menor ou maior número e estabeleceu-se a ligação entre as observações já realizadas e as que realizaram posteriormente.

### **Preparação e observação microscópica de células do epitélio lingual**

Com o objetivo de propiciar aos alunos uma confirmação significativa de como os restantes seres vivos, e não só os micróbios mas também os animais incluindo o Homem, são constituídos por células, realizou-se uma observação de células do epitélio lingual humano. Para que a constatação constituísse uma experiência pessoal mais marcante, foram utilizadas células dos próprios alunos.

Cada grupo de trabalho recebeu uma ficha com o procedimento para a realização da atividade e ficou encarregue de obter o material necessário. Logo que todos os grupos se encontraram prontos foi analisado e explicado o procedimento com o recurso a algumas sequências animadas disponibilizadas na Escola Virtual. As sequências animadas serviram para demonstrar visualmente a construção da preparação que incluía alguns passos adicionais relativamente às feitas anteriormente. A atividade consistiu na realização de preparações com células do epitélio lingual obtidas por raspagem da língua dos alunos com um palito e coradas com corante azul-de-metileno (fig. 12).

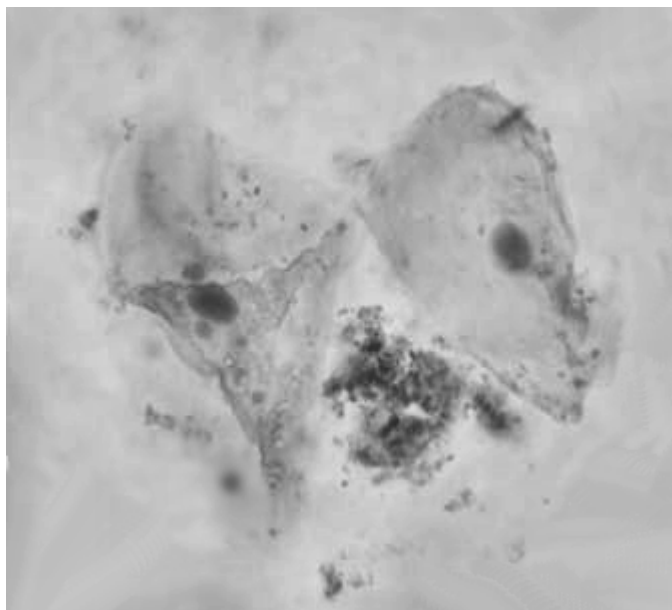


Figura 12. Células do epitélio lingual.  
(Retirado do sítio images.google.com em maio de 2010).

Tendo em conta a má qualidade de algumas das preparações alguns alunos tiveram necessidade de repetir o procedimento. Durante a observação foram procedendo ao respetivo registo no caderno diário. A atividade concluiu-se com um rápido registo global das observações em que os alunos constataram que os seres humanos são constituídos por células e que estas são semelhantes em todas as pessoas. A atividade descrita decorreu durante um bloco (90 min) tendo o docente, tal como em trabalhos anteriores, acompanhado o trabalho realizado por cada grupo durante a aula.

#### **Preparação e observação microscópica de células da epiderme da cebola**

A última atividade realizada envolvendo observações microscópicas efetuou-se com células vegetais (fig. 13). Pretendeu confrontar os alunos com o facto de que não só os microrganismos e os animais são constituídos por células, mas também as plantas são constituídas por células. Desde modo poder-se-á concluir, como observado pelos alunos no trabalho prático, que todos os seres vivos são constituídos por células e confirmar a Teoria Celular introduzida numa das aulas anteriores.

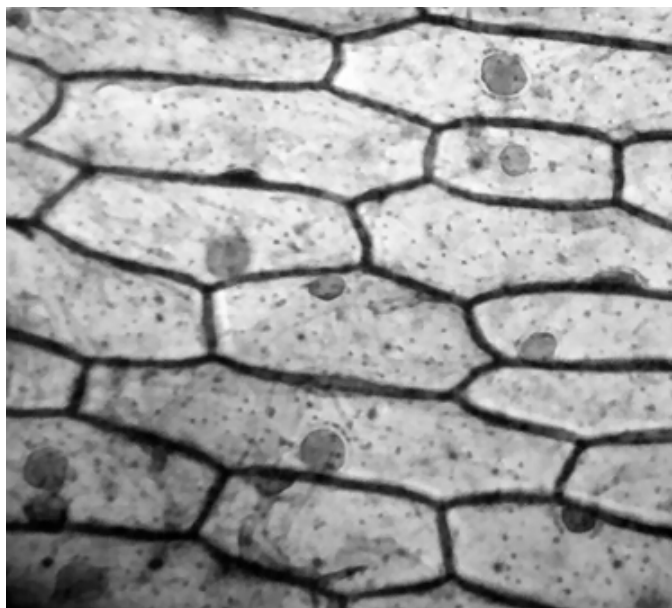


Figura 13. Células da epiderme da cebola.  
(Retirado do sítio images.google.com em maio de 2010).

Esta atividade decorreu de um modo muito semelhante à atividade de observação de células do epitélio lingual. Cada grupo recebeu uma ficha com um procedimento para montar as preparações e realizar a observação e o respetivo registo. Foi a atividade que envolveu o procedimento mais longo, em que se utilizou maior variedade de materiais de laboratório e em que os alunos tiveram maior dificuldade para realizar a preparação. As dificuldades prenderam-se com a extração da amostra de epiderme da casca da cebola, porque envolvia alguma destreza que a generalidade dos alunos não possuía, e a necessidade de proceder a um período de espera para atuação do corante utilizado antes da conclusão da preparação, que os alunos tiveram dificuldade em respeitar. Também esta atividade de observação microscópica ocupou um bloco (90 min) tendo o docente, mais do que em qualquer das observações anteriores, tido que apoiar o trabalho realizado pelos grupos durante a aula.

### **Tratamento e análise de dados**

Com a análise de dados procura-se organizar o material obtido durante a pesquisa e procurar nele relações e tendências relevantes (Lüdke & André, 1986) para a obtenção de possíveis conclusões. É um esforço de interpretação condicionado pelo rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade (Bardin,

2009) em que o investigador procura padrões orientadores. Reconhecidos estes condicionalismos, e dado que a maioria das questões era de resposta aberta, utilizou-se a análise de conteúdo das respostas dos alunos nesse tipo de questões e foram agrupadas em categorias de resposta de acordo com o seu conteúdo. As restantes questões tiveram apenas um tratamento estatístico baseado na frequência absoluta de cada tipo de resposta.

As respostas foram analisadas de acordo com cada momento de aplicação dos questionários (pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2), globalmente segundo a variação de cada tipo de resposta ao longo dos três momentos de recolha de dados e, ainda, de acordo com o objetivo subjacente (conceito de microrganismo, conceito de ser vivo e impacto das atividades implementadas). Posteriormente todas as categorias de respostas foram tratadas estatisticamente sendo traduzidas em frequências absolutas e relativas, procurando-se facilitar e tornar mais clara a interpretação dos resultados. No capítulo IV são apresentados graficamente os resultados do tratamento estatístico dos dados a partir das frequências relativas obtidas. Os gráficos são acompanhados de comentários e, sempre que se justifique, exemplos de respostas obtidas nos questionários.

### **Questões de resposta aberta**

Cachapuz e colaboradores (2002, p.155) consideram que a designação “*Concepção*”, diz respeito a representações pessoais, espontâneas e solidárias de uma estrutura e que podem ou não ser partilhadas por um conjunto de alunos”. Ainda segundo os mesmos autores, o termo *Alternativa* serve para “destacar a ideia de que tais concepções não têm o estatuto de conceitos científicos e que sendo essenciais à aprendizagem (de um dado aluno) decorrem essencialmente da experiência pessoal do aluno, da cultura e linguagem”.

De acordo, as respostas às questões de natureza aberta (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10), dos três questionários, foram analisadas e categorizadas de modo a incluir cada uma delas apenas numa das quatro categorias definidas *a priori*:

- Conceção aceitável (CA) – respostas corretas para o nível de escolaridade em estudo e o momento da recolha de dados
- Conceção incompleta (CI) – respostas corretas mas que só referem parte da concepção considerada aceitável

- Conceção alternativa (CL) – respostas que manifestam concepções alternativas dos alunos relativamente ao esperado para o nível de escolaridade em estudo
- Outra resposta (OR) – respostas que não se enquadram nas categorias anteriores
- Não responde (NR) – o aluno não responde à questão

Com o propósito de reduzir a subjetividade da análise, as categorias definidas foram submetidas a uma apreciação pelo mesmo painel de docentes que participou na validação dos questionários e ajustadas de acordo com as opiniões emitidas.

A categoria (NR) surge da necessidade de serem contabilizadas as respostas em branco que surgiram em alguns questionários. A categoria foi incluída após a primeira leitura dos questionários preenchidos. Este tipo de situações foi consequência da necessidade de impedir interações pessoais entre os intervenientes, nomeadamente entre o docente e os alunos, durante o preenchimento dos questionários.

Em algumas questões o critério de categorização variou da primeira aplicação, antes da intervenção pedagógica, para as duas seguintes, após a intervenção pedagógica. As concepções consideradas aceitáveis para os alunos na situação antes da leção dos conteúdos foram categorizadas de acordo com o que foi considerado espectável de alunos que concluíram o primeiro ciclo. Após a intervenção pedagógica o critério foi mais exigente.

No quadro seguinte indicam-se alguns exemplos de possíveis respostas consideradas como concepções aceitáveis (CA) para o nível de escolaridade e o momento da recolha de dados.



Quadro 1. Respostas consideradas como concepções aceitáveis (CA).

Questão	Questionário	Concepção aceitável (CA)
Q1. Conceito de micróbio	pré-teste	É uma espécie de animal muito pequenino.
	pós-testes	Ser vivo de dimensões microscópicas. Ser vivo invisível a olho nu.
Q2. Diversidade microbiana	pré-teste	Os micróbios podem ter diversas: dimensões, formas, comportamentos, habitats, etc.
	pós-testes	Os micróbios podem ser de diferentes reinos, espécies, etc.
Q3. Dimensões dos micróbios	pré-teste	Não os conseguimos ver.
	pós-testes	São microscópicos. Não são visíveis à vista desarmada.
Q4. Constituição dos micróbios	pré-teste	São feitos do mesmo que nós.
	pós-testes	São feitos principalmente de água. São constituídos por uma ou mais células.
Q5. Relação micróbios/Homem	todos os testes	Exemplos de doenças provocadas por micróbios. Exemplos de produtos fabricados com o auxílio de micróbios.
Q7. Conceito de ser vivo	todos os testes	Seres que nascem, crescem, reproduzem-se e morrem.
Q8. Constituição dos seres vivos	pré-teste	São feitos do mesmo que nós.
	pós-testes	São constituídos por células. São feitos principalmente de água.
Q9. Classificação dos seres vivos	pré-teste	Diferenciação baseada: na morfologia, nos comportamentos, nos habitats, etc
	pós-testes	Utilização de níveis taxonómicos. Diferenciação baseada: na morfologia, na nutrição, no tipo de célula, nos comportamentos, nos habitats, etc.
Q10. Níveis taxonómicos	pré-teste	Plantas e fungos.
	pós-testes	Plantas, fungos, monera e protista.

No capítulo quatro são apresentados os resultados em gráficos de barras para cada questão, seguidos de comentários e, sempre que se justifique, de exemplos de respostas ilustrativas retiradas dos questionários.

### Questões de opção e/ou escolha múltipla

As opções assinaladas pelos alunos nas questões mistas (2, 3 e 5), que incluíam uma parte de resposta aberta e uma opção, e as opções assinaladas na

questão de escolha múltipla (6), foram quantificadas. Essas frequências absolutas foram convertidas em frequências relativas sob a forma de percentagens e apresentadas graficamente de modo a explicitar e clarificar a interpretação dos dados obtidos. Estas questões permitem a quantificação exata de cada tipo de opção assinalada e proporcionam uma análise da variação, em cada momento de aplicação dos questionários, das opções efetuadas pelos alunos. Posteriormente foi efetuada a interpretação dessas variações como consequência das atividades realizadas.

### **Questões de seriação e classificação**

Tal como as questões de escolha múltipla e pelos mesmos motivos, também estas questões (11, 12 e 13 da extensão do pós-teste 1) foram quantificadas e convertidas em frequências relativas sob a forma de percentagens e apresentadas graficamente.

### **Questões de resposta aberta da extensão do pós-teste 1**

As questões 14 e 15 da extensão do pós-teste 1, uma vez que se tratavam de razões que os alunos utilizaram para justificar as opções feitas na questão 11, foram classificadas de acordo com uma categorização definida *a posteriori*. Foi necessário conhecer primeiro o conteúdo das respostas dadas pelos alunos para se definirem as categorias a utilizar para enquadrar cada tipo de justificação. A categorização utilizada resultou da sucessiva leitura e análise das respostas expressas nos questionários. Para a designação das categorias foi considerada a faixa etária dos alunos envolvidos e as recomendações da orientadora deste estudo.

- Razões afetivas (RA) – razões pessoais de carácter emocional
- Razões lúdicas (RL) – razões pessoais de carácter lúdico
- Razões cognitivas (RC) – razões objetivas de carácter cognitivo
- Razões de novidade (RN) – Razões relacionadas com a novidade/inação da atividade escolhida (questão14) ou a falta de novidade/rotina da atividade escolhida (questão 15)

- Razões temporais (RT) – razões relacionadas com a duração da atividade escolhida
- Outras razões (OR) – razões que não se enquadram nas categorias anteriores

Pretendeu-se conhecer os motivos que levaram os alunos a preferirem algumas das atividades realizadas em detrimento de outras.



## CAPÍTULO IV – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo encontra-se a apresentação e análise dos dados obtidos no estudo de forma a atingir os objetivos propostos: a) diagnosticar as concepções dos alunos de 5.º ano de escolaridade sobre microrganismos, constituição, diversidade e classificação dos seres vivos; b) avaliar a eficácia das propostas desenvolvidas.

Os dados são apresentados no subcapítulo “apresentação das respostas dos alunos aos questionários (pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2).” Dado o número e a diversidade de questões de cada questionário, optamos por uma apresentação sequencial e comparativa das respostas aos três questionários.

Para a análise dos resultados as respostas são agrupadas conforme o conceito que se pretendeu avaliar. Esta análise é efetuada no subcapítulo “análise das respostas dos alunos aos questionários (pré-teste, pós-teste 1 e pós-teste 2)”. Existe no entanto uma exceção, as respostas 11 a 15, extensão do pós-teste 1, que pretendem avaliar o impacto nos alunos das atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica, apenas foram aplicada uma vez na sequência da intervenção pedagógica enquanto as atividades eram um acontecimento recente para os alunos pelo que não é estabelecida qualquer comparação com os testes realizados anteriormente.

### **Apresentação dos resultados**

As respostas dos alunos às questões de natureza aberta dos questionários (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9 e 10) foram classificadas segundo a categorização definida *a priori* apresentada no capítulo III. As respostas às questões de escolha múltipla (2, 3, 5 e 6) foram quantificadas, assim como as respostas às questões de seriação (11) e de classificação (12 e 13) da extensão do pós-teste 1. As respostas às questões 14 e 15 da extensão do pós-teste 1 foram classificadas de acordo com a categorização definida *a posteriori* conforme referido no capítulo III. Os dados constantes de todos os gráficos deste capítulo apresentam os valores obtidos nos questionários em percentagem.

### Conceito de microrganismo (questão 1 dos três testes)

Nesta primeira questão pretendeu-se conhecer o conceito de micróbio que os alunos tinham antes e depois da intervenção pedagógica, bem como o conceito que retiveram após as férias de verão.

No gráfico 1 apresenta-se a variação das respostas obtidas por categoria ao longo dos três testes relativamente à questão número um, onde se pedia aos alunos para responderem como se estivessem a explicar esse conceito a um amigo ao familiar.

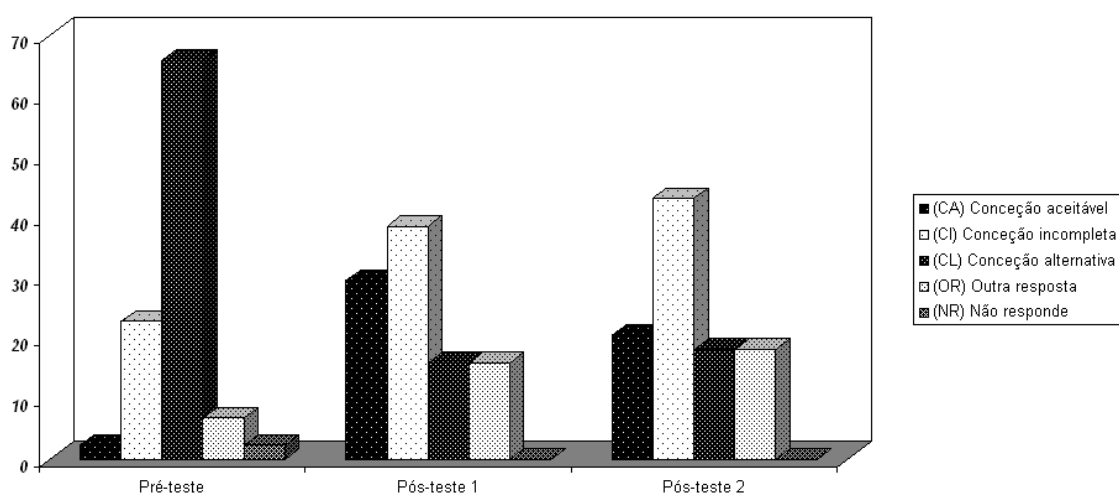


Gráfico 1. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão um.

Da leitura do gráfico 1 depreende-se que antes da intervenção pedagógica apenas 2,3% dos alunos evidenciavam uma conceção aceitável (CA) de micróbio para o nível de escolaridade e a maioria dos alunos (65,9%) deram respostas que foram consideradas como conceções alternativas (CL). Esta categoria é caracterizada por respostas do tipo: “É um bicho pequenino.”

Nota-se que os valores variam significativamente do pré-teste para o pós-teste 1 com uma acentuada diminuição das conceções alternativas (CL) de 65,9% para 15,9% e o aumento das conceções aceitáveis (CA) de 2,3% para 29,5%. Esta acentuada variação não sucede do pós-teste 1 para o pós-teste 2. Neste último a variação mais significativa é a redução das conceções aceitáveis (CA) de 29,5% para 20,5% motivadas pela perda de algum rigor nas respostas que

passaram a ser incluídas nas concepções incompletas (CI), que aumentaram de 38,6% para 43,2%. Respostas como: “*Um micróbio é um ser vivo microscópico*”, no pós-teste 1 tornaram-se: “*O micróbio é um ser microscópico*”, no pós-teste 2.

### Diversidade microbiana (questão 2 dos três testes)

Com a questão número dois pretendia-se determinar se os alunos reconheciam a diversidade microbiana. Esta questão incluía uma escolha entre duas opções e uma justificação para a escolha efetuada. As opções eram a confirmação através do assinalar do “Sim”, confirmando que os micróbios são todos iguais, ou o assinalar do “Não”, negando que os micróbios são todos iguais e portanto possuem diferenças reconhecendo assim alguma diversidade.

No gráfico 2.1 apresenta-se a variação das respostas obtidas.

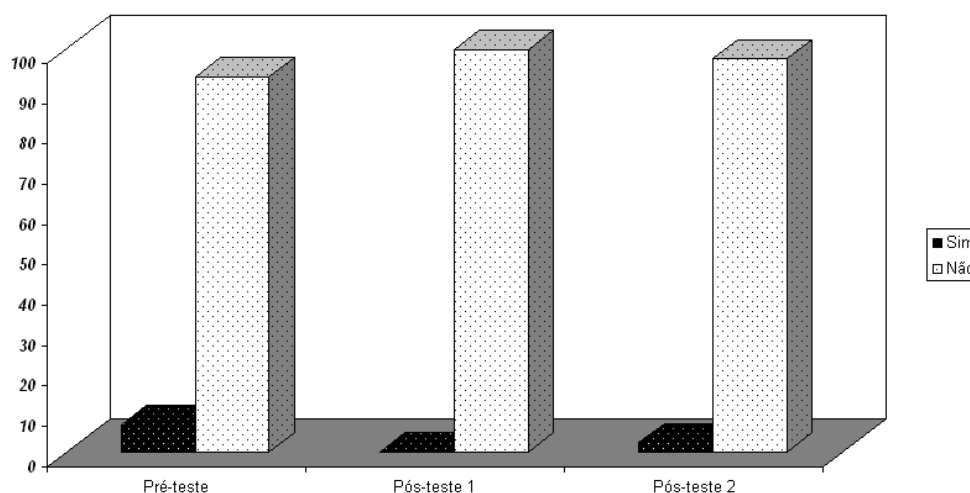


Gráfico 2.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão dois.

Conforme se pode observar no gráfico 2.1, a esmagadora maioria dos alunos já desde o pré-teste que consideram que os micróbios não são todos iguais, com valores que variam entre os 93,2% e os 100%. Relativamente à opção inversa, considerar que todos os micróbios são iguais, apenas imediatamente após a intervenção pedagógica é que todos os alunos sem exceção não assinalaram esta opção. Mesmo após o regresso de férias só cerca de um terço dos alunos que inicialmente (6,8%) tinham considerado os micróbios todos iguais voltaram a essa concepção (2,3%).

Relativamente à justificação da opção assinalada, os dados obtidos encontram-se expressos abaixo no gráfico 2.2.

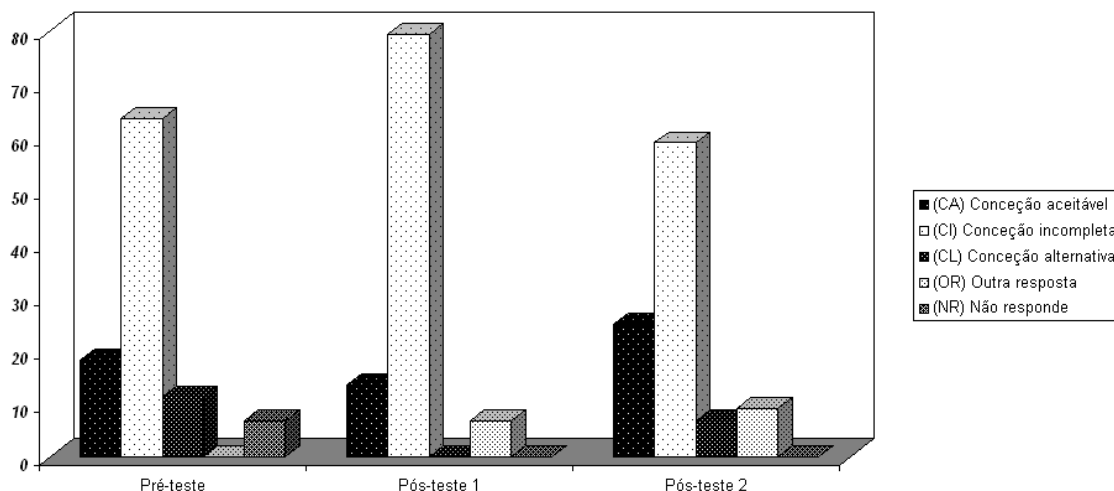


Gráfico 2.2. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão dois.

Os alunos evidenciam bastante dificuldade em justificar de modo aceitável a opção assinalada. Observa-se uma grande disparidade entre os valores das concepções incompletas (CI) que oscilam entre cerca de 59,1% e 79,5% e as restantes concepções. As respostas obtidas são do tipo: “*Uns provocam doenças e outros não.*”

Apesar da intervenção pedagógica especificamente planeada para este grupo, é imediatamente após essa intervenção que as concepções incompletas (CI) são mais elevadas (79,5%) e as concepções aceitáveis (CA) são mais baixas (13,6%). Tal poderá dever-se a alguma insegurança dos alunos após a aquisição de novos conhecimentos, pois também se verifica que não há respostas refletindo concepções alternativas (CL). No entanto os melhores resultados obtidos em termos de maior percentagem de respostas classificadas como concepções aceitáveis (CA) e menor percentagem de concepções incompletas são os do pós-teste 2 com cerca de 25% (CA) e 59,1% (CI), e com respostas do tipo: “*Os micróbios não são todos iguais porque há várias espécies*” e “*Porque há muitos tipos de micróbios*” respetivamente.



### Características dos microrganismos (questão 3 dos três testes)

Esta questão visava determinar o conhecimento dos alunos de uma das características essenciais no reconhecimento de seres vivos microbianos, o seu tamanho. A questão número três incluía uma parte de escolha múltipla e uma parte de natureza aberta para justificação da opção selecionada. Com a parte inicial de escolha múltipla procurou-se fornecer aos alunos um referencial de tamanhos relativos para orientar a justificação subsequente.

No gráfico 3.1 apresenta-se a variação das respostas obtidas por opção ao longo dos três testes, onde se pedia aos alunos para assinalarem apenas uma das seis opções fornecidas: Muito grande (como uma baleia); Grande (como um elefante); Médio (como uma vaca); Pequeno (como um gato doméstico); Muito pequeno (como uma formiga); Muiíssimo pequeno (muito mais pequeno que uma formiga).

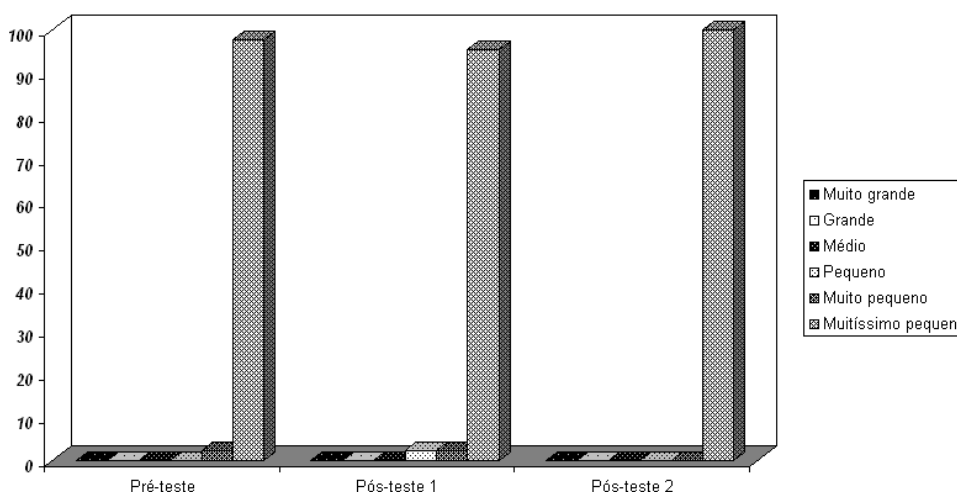


Gráfico 3.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão três.

Os resultados obtidos evidenciam o reconhecimento pelos alunos do tamanho característico dos micróbios desde o pré-teste. Os resultados variam entre cerca de 95,5% no pós-teste 1 e os 100% no pós-teste 2. Nesta questão os melhores resultados foram obtidos no pós-teste 2. Estes resultados estão de acordo com os obtidos na questão 1 e parecem indicar que os alunos já possuem de forma bem consolidada a noção das dimensões dos micróbios.

Os dados relativos à justificação da opção assinalada encontram-se expressos abaixo no gráfico 3.2.

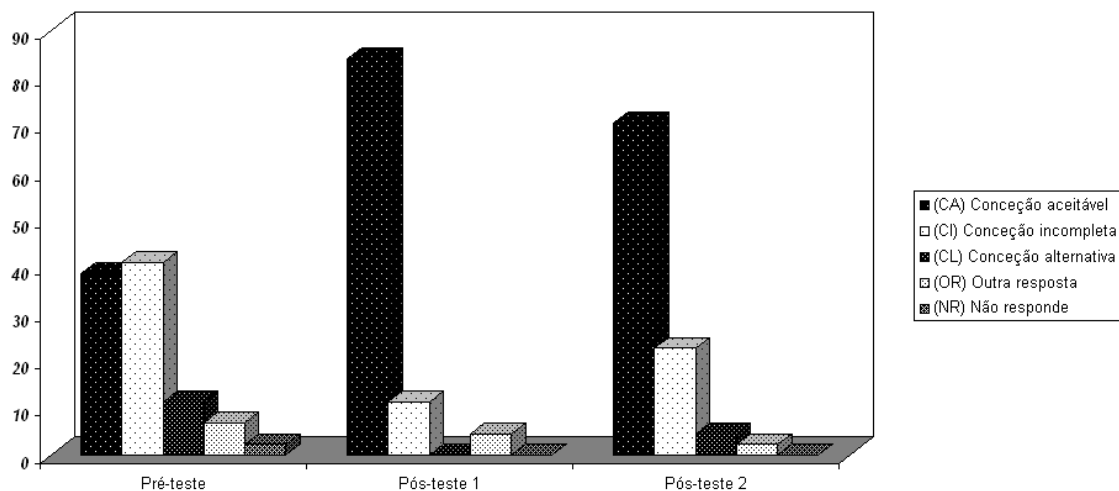


Gráfico 3.2. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão três.

As justificações apresentadas revelam percentagens significativas (38,6%) de concepções classificadas como aceitáveis (CA) desde o pré-teste mas ainda com uma maior percentagem (40,9%) de concepções incompletas (CI) com respostas do tipo: “*Porque não conseguimos vê-los*”. Essas percentagens alteram-se em sentidos inversos com as concepções aceitáveis (CA) a mais do que duplicar (84,1%) enquanto as concepções incompletas diminuem quase para um quarto (11,4%) das iniciais. As concepções aceitáveis (CA) são evidenciadas por respostas como: “*Porque só se pode ver os micróbios com a ajuda de um microscópio*”. As restantes respostas que apresentam valores entre os 11,4% e os 2,3% e que representam 20,5% do total de respostas também sofrem uma acentuada redução para 4,5% concentrados numa única categoria (OR) no pós-teste 1. Os resultados voltam a aproximar-se no pós-teste 2 com uma diminuição de cerca de 13,6% das respostas classificadas como concepções aceitáveis (CA) e um aumento de cerca de 11,3% das concepções incompletas (CI) devidas a respostas do tipo: “*Porque nem sequer se veem, são muitíssimo pequenos*”. A percentagem de respostas restantes é residual, apenas cerca de 6,8%.

### Constituição dos microrganismos (questão 4 dos três testes)

Na questão número quatro procurou-se verificar quais as concepções dos alunos relativamente à constituição dos micróbios. A questão sendo de natureza aberta deixava aos alunos a possibilidade de dar apenas uma resposta lacônica que não possibilitaria a possibilidade de análise das suas concepções. Por isso era-lhes pedida também uma explicação em que pudessem expor a razão da sua resposta. A categorização das respostas a esta questão considerou o conjunto da resposta dada.

No gráfico 4 apresenta-se a variação das respostas obtidas nos três testes relativamente à análise da questão número quatro, onde se pedia aos alunos para indicarem de que são feitos os micróbios e explicaram a sua resposta.

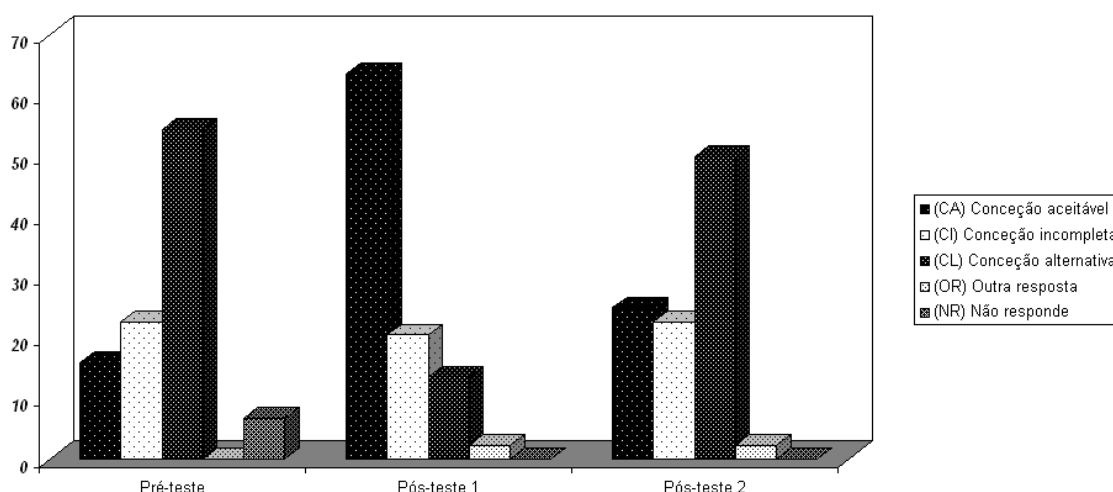


Gráfico 4. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão quatro.

Observando o gráfico ressalta a variação de respostas classificadas como concepções aceitáveis (CA) que sobem significativamente do pré-teste (15,9%) para o pós-teste 1 (63,6%), mas que voltam a descer para menos de metade no pós-teste 2 (25%). Apesar de não se voltar ao valor inicial há uma forte evidência de um retorno dos alunos a concepções próximas das iniciais, pois as concepções alternativas (CL) que após a intervenção pedagógica eram de cerca de 13,6% apresentam valores semelhantes no pré-teste (54,4%) e no pós-teste 2 (50%). O tipo de concepção alternativa mais comum é ilustrado por respostas do tipo: “Os

*micróbios acho que são feitos de porcarias ou lixo ou de outra coisa que comem*” ou “*Os micróbios são feitos de água suja*”. As concepções incompletas (CI) mantiveram valores semelhantes ao longo dos três testes, 22,7%, 20,5% e novamente 22,7% respetivamente. Ainda se pode observar que todos os alunos responderam à questão nos pós-testes, o que não tinha acontecido no pré-teste, indicando que houve retenção de conhecimentos. Este retorno a concepções anteriores indica a necessidade de se trabalhar mais este assunto. Para a amostra em estudo, tal pode ser conseguido retomando e aprofundando este tópico em conteúdos do programa do 6.º ano relacionados com a célula e com os microrganismos.

### Relação Homem/microrganismos (questão 5 dos três testes)

Com esta questão pretendeu-se conhecer a noção que os alunos tinham e com que ficaram da utilidade dos micróbios para o Homem. A questão incluía uma parte de escolha múltipla e também se pediam alguns exemplos que fundamentassem a opção escolhida. Cada uma das partes da resposta foi tratada diferentemente. As escolhas efetuadas nas três opções foram quantificadas e os exemplos foram categorizados de acordo com a categorização definida *a posteriori* conforme referido no capítulo III.

No gráfico 5.1 apresenta-se a quantificação das opções expressas nos três testes relativamente às opções: Ajudam-nos; Fazem-nos mal e Alguns ajudam-nos e alguns fazem-nos mal.

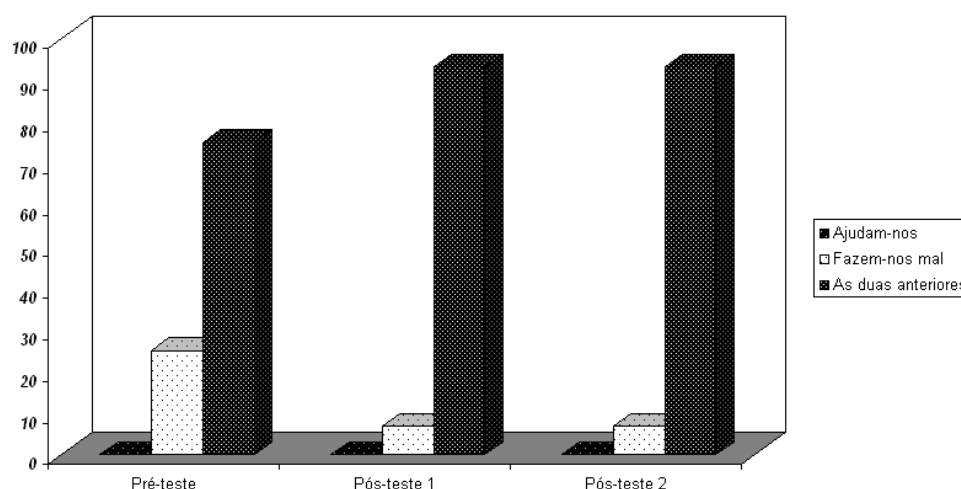


Gráfico 5.1. Distribuição em percentagem das opções dos alunos para a questão cinco.

Os resultados expressos no gráfico indicam que embora tenha ocorrido uma evolução no sentido de cada vez mais alunos, de 75% no pré-teste para 93,2% nos pós-testes, terem optado pela opção “Alguns ajudam-nos e alguns fazem-nos mal”, reconhecendo implicitamente que diferentes micróbios realizam diferentes ações, alguns alunos (6,8%) mantiveram nos pós-testes a concepção de que os micróbios apenas nos fazem mal.

Os resultados obtidos na categorização dos exemplos relativos à justificação da opção assinalada anteriormente encontram-se abaixo no gráfico 5.2.

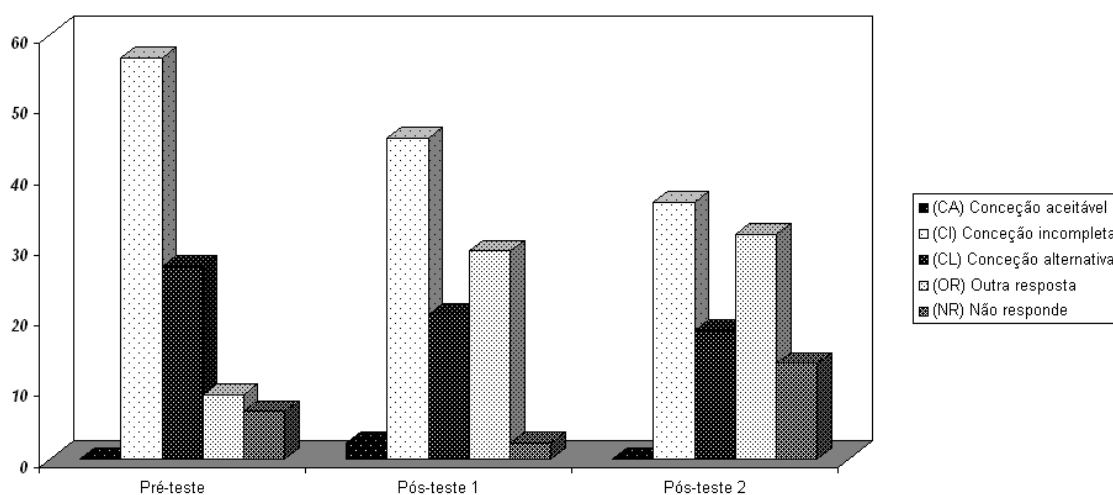


Gráfico 5.2. Distribuição em percentagem dos exemplos indicados pelos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão cinco.

Apesar de, como se observou no gráfico anterior, quase todos os alunos terem chegado a uma noção de que diferentes micróbios realizam diferentes ações, não foram capazes de exemplificar de modo aceitável essa opção. Apenas 2,3% dos alunos no pós-teste 1 evidenciaram uma concepção aceitável na exemplificação que indicaram: “Ajudar - fazer remédios, mal - provocar doenças”. Além disso as percentagens de concepções incompletas (CI) e de concepções alternativas (CL) foram diminuindo progressivamente (56,8%, 45,5%, 36,5% e 27,3%, 20,5%, 18,2% respetivamente) apenas para serem substituídas por outro tipo de respostas (OR) com 9,1%, 29,5% e 31,8%, bem como uma maior percentagem (13,6%) de alunos que não respondem (NR) à questão no pós-teste 2. Esta transferência para outro tipo de respostas parece dever-se a uma

incorreta interpretação da questão, especificamente no que concerne ao tipo de exemplos a indicar. Grande parte dos alunos apresentou exemplos do tipo: “*Paramécias e bactérias*” e “*Moneras e protistas*”, parecendo por isso que consideraram que deviam dar exemplos de microrganismos e não de ações por eles realizadas, particularmente após a intervenção pedagógica em que ficaram a conhecerem essas designações.

### Distribuição dos microrganismos (questão 6 dos três testes)

A questão número seis pretendia determinar onde é que os alunos consideravam que poderiam encontrar micróbios. Uma vez que se pretendia incluir um conjunto muito diversificado de locais, desde os mais familiares até aos mais inesperados em termos de senso comum, aqueles onde se podem encontrar extremófilos, optou-se por uma questão de escolha múltipla com a possibilidade de serem assinaladas múltiplas opções em simultâneo.

Os resultados obtidos foram quantificados de dois modos diferentes: em primeiro foi quantificado em percentagem o número de alunos que assinalou cada uma das opções e em segundo foi quantificada em percentagem o número de opções que cada aluno assinalou.

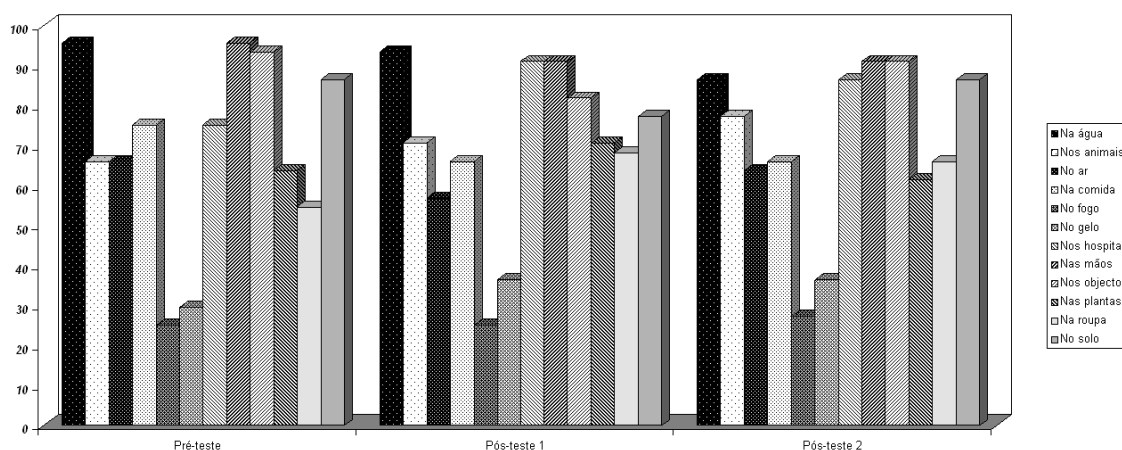


Gráfico 6.1. Percentagem de alunos que assinalou cada uma das opções na questão seis.

Em todos os testes, a opção mais assinalada foi: nas mãos, sempre com percentagens acima dos 90%, seguindo-se: na água e nos objetos com percentagens que variam entre os 81,8% e os 95,5%. A quarta opção mais

assinalada foi: no solo, com percentagens entre 77,3% e 86,4%. Também em todos os testes as opções menos assinaladas foram: no fogo e no gelo, com percentagens que variam entre os 23% e os 36,4%.

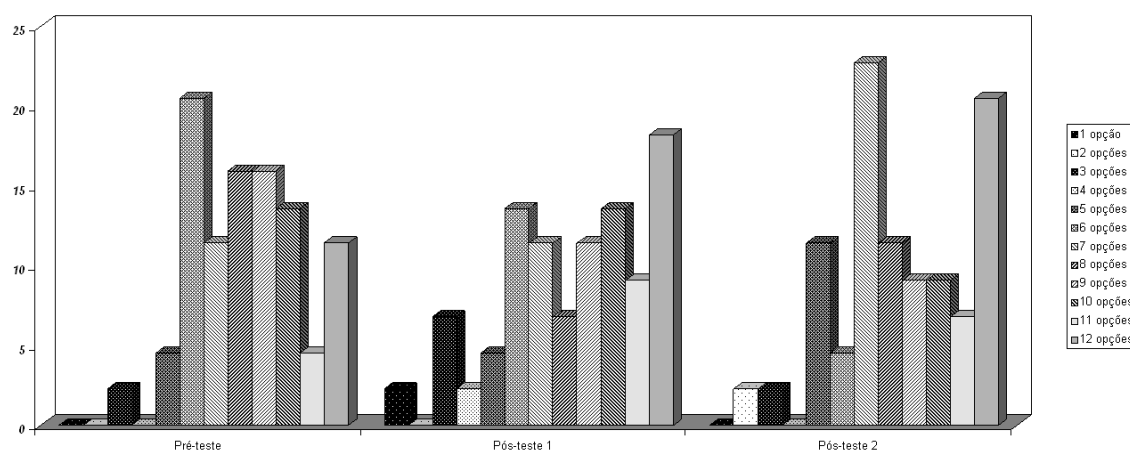


Gráfico 6.2. Quantidade, em percentagem, de opções que cada aluno assinalou na questão seis.

O número de opções que cada aluno considerou como podendo conter micróbios variou significativamente entre os diversos testes. No pré-teste a menor quantidade de locais considerados foi três por 2,3% dos alunos e maior quantidade assinalada foi doze por 11,4% dos alunos. A quantidade de locais que mais alunos consideraram como podendo conter micróbios foi seis (20,5% dos alunos). No pós-teste 1 há 2,3% dos alunos que consideram que apenas se podem encontrar micróbios num local e 18,2% dos alunos consideram que se podem encontrar nos doze locais indicados na questão, tendo sido esta a quantidade de locais que mais alunos indicaram. No pós-teste 2 são assinalados por 2,3% dos alunos tanto dois como três locais e 20,5% dos alunos consideram válidos os doze locais. A quantidade de locais que mais alunos assinalaram foi sete (22,7%). É no pós-teste 2 que os alunos consideram válidos um número maior de locais. Em termos globais, considerando todos os testes, a percentagem de alunos que consideram válidos entre um e seis locais situa-se no intervalo de 20,5% a 29,5% e o número de alunos que considera válidos entre sete a doze locais situa-se entre 70,5% e 79,6%. Apesar de entre testes as percentagens variarem relativamente pouco, foi no pós-teste 1 que as percentagens foram mais

altas para um a seis locais (29,5%) e mais baixas para sete a doze locais (70,5%). Tal poderá indicar algum receio de errar por parte dos alunos que, em caso de dúvida quanto a um local, optaram por não assinalar a opção respetiva.

### Conceito de ser vivo (questão 7 dos três testes)

Esta questão serviu para se conhecer o conceito de ser vivo que os alunos tinham antes da intervenção pedagógica, o conceito que expressaram após a realização das atividades pedagógicas, bem como o conceito que retiveram após as férias de verão.

A questão foi formulada de modo direto e sucinto para tentar restringir as respostas dos alunos ao essencial do conceito que se pretendia conhecer. No entanto para se evitar a possibilidade de respostas curtas e pouco explícitas devido à natureza aberta da questão foi também pedido aos alunos que explicassem as suas respostas.

Os resultados obtidos através respostas dos alunos ao longo dos três testes foram categorizados segundo as concepções expressas e quantificados em percentagem. No gráfico 7 apresenta-se a variação das percentagens por categoria ao longo dos três testes relativamente à questão número sete.

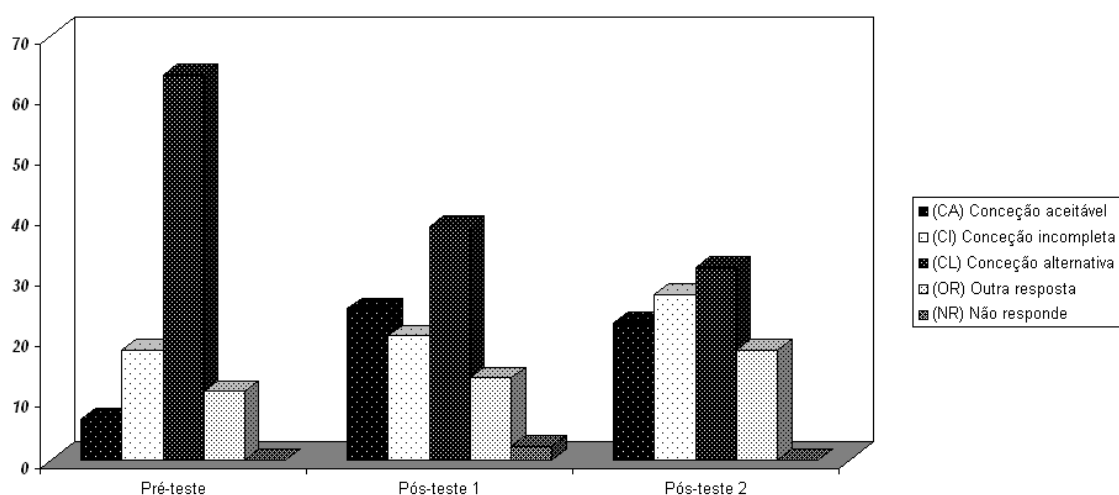


Gráfico 7. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão sete.



A variação mais significativa que se pode observar consiste na diminuição contínua das percentagens de concepções alternativas (CL) ao longo dos três testes (63,6%, 38,6% e 31,8%) com respostas como: *“São seres que respiram”* e *“Os seres vivos são criaturas que conseguem respirar”*. Inversamente as concepções incompletas (CI) registam um aumento contínuo ao longo dos três testes (18,2%, 20,5% e 27,3%) tipificadas por respostas do tipo: *“Seres vivos são seres que nascem, crescem e morrem”*. As concepções aceitáveis (CA) quase quadruplicam do pré-teste (6,8%) para o pós-teste 1 (25%) mas descem ligeiramente no pós-teste 2 (22,7%). As respostas nesta categoria são do tipo *“Seres vivos são seres que têm características como: a assimilação, a excreção, a reprodução, etc.”*. Também as respostas de outro tipo (OR) apresentam um aumento contínuo ao longo dos testes (11,4%, 13,6% e 18,2%) com respostas como: *“Os seres vivos são quem tem vida”*. Neste caso parece existir alguma transferência de respostas das concepções alternativas (CL) para outras respostas em que alguns alunos tentam usar termos adequados mas em que revelam falhas na compreensão dos conceitos subjacentes aos termos utilizados nas respostas. Do pós-teste 1 para o pós-teste 2 a variação das percentagens é muito pequena, em termos absolutos representam diferenças de um ou dois alunos. Poderá ter havido pontualmente, por parte desses alunos, alguma aprendizagem durante o período de férias ou alguma influência no pós-teste 2 do desenvolvimento da maturidade dos alunos.

### **Constituição dos seres vivos (questão 8 dos três testes)**

Com a questão número oito pretendeu-se determinar quais as noções dos alunos acerca da constituição dos seres vivos e como estas se modificaram, ou não, ao longo dos três testes.

Tal como na questão anterior, optou-se por uma pergunta com duas partes: a primeira direta e sucinta de resposta aberta e a segunda solicitando a explicação da resposta dada na primeira parte.

No gráfico 8 apresentam-se em percentagem os resultados obtidos através da categorização das respostas dos três testes.

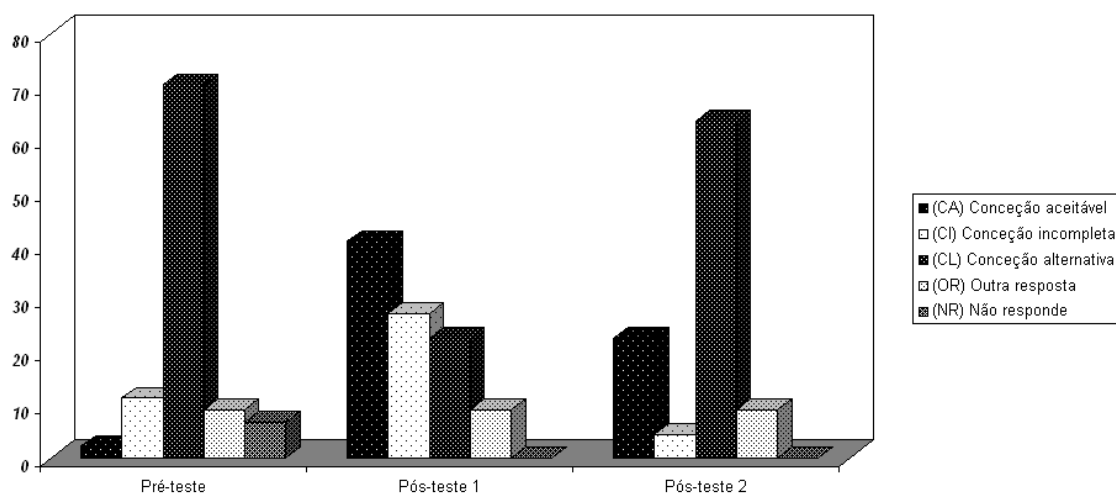


Gráfico 8. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão oito.

No gráfico podem observar-se, de modo muito evidente, a predominância das concepções alternativas (CL) tanto no pré-teste (70,5%) como no pós-teste 2 (63,6%) com respostas do tipo: “Os seres vivos são feitos de carne”. Tal parece indicar que apesar de no pós-teste 1, logo após a intervenção pedagógica, a maior percentagem de respostas serem concepções aceitáveis (CA) com 40,9% do total de respostas, e as concepções alternativas (CL) representarem apenas 22,7% das respostas, houve um retorno dos alunos às concepções alternativas (CL) após o período de férias. A situação imediatamente após a intervenção pedagógica é significativamente diferente das restantes também ao nível das concepções incompletas (CI) que apresentam uma maior percentagem no pós-teste 1 (27,3%) que nos dois testes restantes (11,4% e 4,5%) onde se podem encontrar respostas como: “Os seres vivos são feitos de carne, organismos e células”.

### **Classificação dos seres vivos (questão 9 dos três testes)**

A questão número nove visava determinar quais as características que os alunos consideram como relevantes para a distinção dos seres vivos e se, após a intervenção pedagógica, com novos conhecimentos incluiriam formas mais científicas de distinção dos seres vivos no seu discurso.

A questão foi propositadamente vaga e não diretiva para permitir aos alunos expressarem as formas que utilizam para distinguir os seres vivos. Para

este nível de escolaridade foi considerado como aceitável a diferenciação baseada: na morfologia, nos comportamentos, nos habitats e outros conceitos lecionados em Estudo do Meio e Ciências da Natureza, como a utilização de níveis taxonómicos.

No gráfico seguinte são apresentados os resultados da categorização das respostas dos três testes.

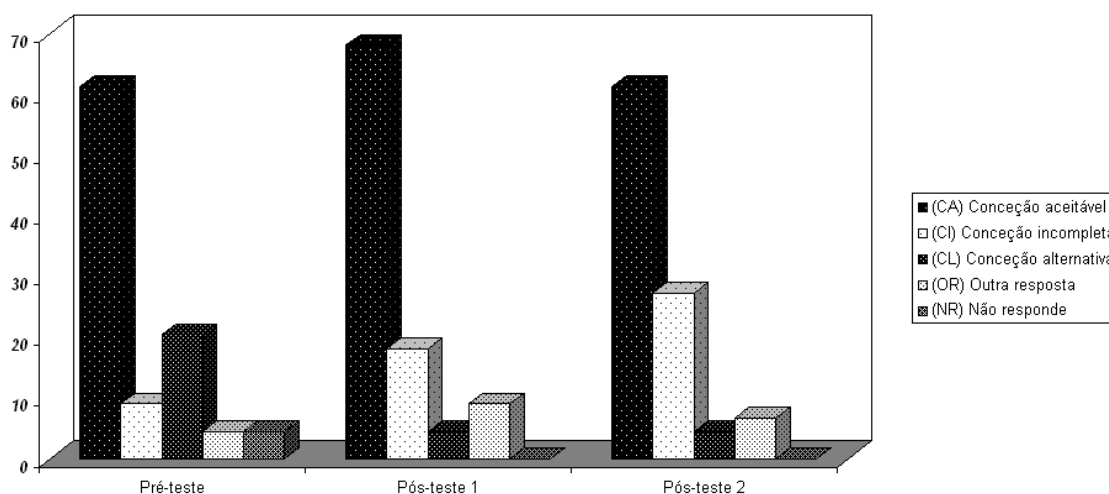


Gráfico 9. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão nove.

Nos três testes são as respostas evidenciando concepções aceitáveis (CA), para o ano de escolaridade em estudo, que dominam com percentagens de 61,4%, 68,2% e 61,4% respetivamente, com respostas como: *“Uns são maiores outros mais pequenos, cada um faz um som diferente, outros não se mexem, fazem o seu próprio alimentos (só alguns)”*. Enquanto as concepções aceitáveis (CA) se mantêm ao longo dos três testes na faixa dos 60 a 70%, as concepções incompletas (CI) registam uma aumento progressivo (9,1%, 18,2% e 27,3%) e as concepções alternativas (CL) diminuem do pré-teste (20,5%) para os pós-testes em que se mantêm no mesmo valor residual de 4,5%.

### Níveis taxonómicos (questão 10 dos três testes)

Na questão número dez pretendia-se conhecer que grupos de seres os alunos reconheciam como seres vivos antes e depois da intervenção pedagógica.

Após a intervenção pedagógica pretendeu-se também, verificar quantos e quais os níveis taxonômicos que passaram a utilizar para responder à questão: “Os animais são um grande grupo de seres vivos. Que outros grupos conheces?”

No gráfico 10 apresentam-se os resultados obtidos após a categorização das respostas dos alunos nos três testes.

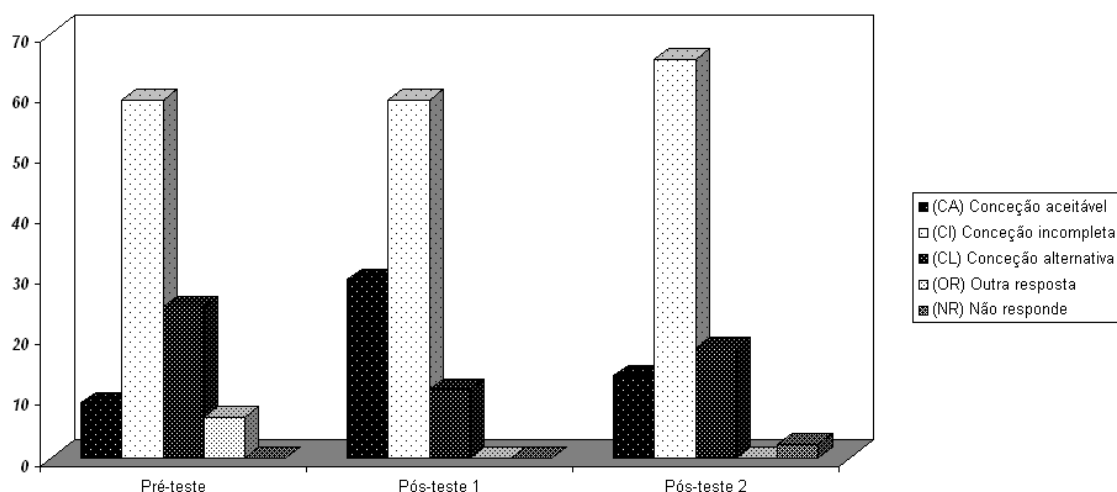


Gráfico 10. Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão dez.

A predominância das concepções incompletas (CI) nos três testes, com 59,1%, 59,1% e 65,9% respetivamente das respostas de cada teste, parece indicar que a maior parte dos alunos mantiveram a mesma concepção que tinham antes da intervenção pedagógica e no seguimento da realização das atividades. As respostas apresentadas indicam uma variedade insuficiente de seres vivos, como por exemplo: “Plantas e humanos”. A situação no pós-teste dois relativamente ao pré-teste parece resultar da transferência de respostas das concepções alternativas (CL) que descem de 25% no primeiro caso para 18,2% no segundo caso, do aumento das concepções aceitáveis (CA) que sobem de 9,1% para 13,6% e do desaparecimento dos 6,9% de outras respostas (OR).

A situação no pós-teste um é bastante mais positiva pois é onde se obteve maior percentagem (29,5%) de respostas classificadas como concepções aceitáveis (CA) e uma menor percentagem (11,4%) de respostas classificadas como concepções alternativas (CL). As concepções aceitáveis apresentem

respostas como: “Os grupos que eu conheço são: plantas, fungos, protistas e moneras”. Neste teste também não se registaram outro tipo de respostas que não as consideradas como concepções dos três tipos considerados na classificação.

### Preferência pelas atividades realizadas (questão 11 do pós-teste 2)

Esta primeira questão da extensão do pós-teste 1 pretendia seriar, em termos de preferência dos alunos, as atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica. Pedia-se aos alunos que ordenassem todas as atividades realizadas de um a oito de modo que a primeira fosse aquela de que mais gostaram e a oitava a que menos gostaram.

O gráfico 11 apresenta, para cada atividade, a percentagem de alunos que colocou a atividade em cada lugar da seriação. Dada a dimensão do gráfico, o mesmo é também apresentado numa versão de maior dimensão no anexo 3.

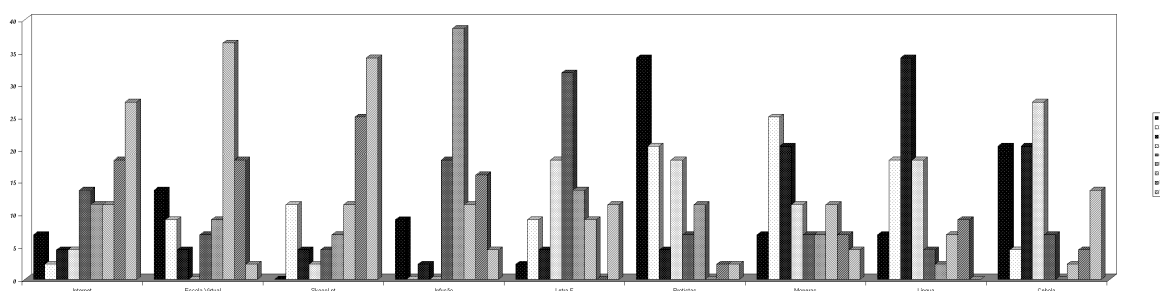


Gráfico 11. Distribuição em percentagem da seriação das atividades realizada pelos alunos na questão onze.

Conforme se pode observar no gráfico, globalmente as atividades preferidas dos alunos foram as que envolveram observações microscópicas, já as que envolveram recursos multimédia ficaram seriadas nos últimos lugares. A atividade que maior aceitação teve, com 34,1% dos alunos a colocarem-na em primeiro lugar, foi a observação microscópica de Protistas. Quando considerada a soma das percentagens dos dois primeiros lugares a observação microscópica de Protistas obtém 54,6% das preferências, ou seja, mais de metade dos alunos colocaram esta atividade nos dois primeiros lugares. Ainda segundo esta consideração todas as observações microscópicas obtêm percentagens de 25% ou superior, enquanto das atividades com recursos multimédia apenas a Escola

Virtual obtém uma percentagem superior a 20% (22,7%) e as restantes oscilam entre 9,1% e 11,4%. Como atividade com menor aceitação pelos alunos surge a utilização do sítio “skool.pt” com 34,1% dos alunos a colocarem-no no oitavo lugar. Considerando a soma dos dois últimos lugares, a mesma atividade acumula 59,1%, mais de metade, das opções dos alunos como atividade menos apelativa.

### Interesse pelas atividades realizadas (questão 12 do pós-teste 2)

Nesta questão pretendia-se determinar o interesse dos alunos por cada atividade através da classificação de cada uma segundo uma escala afetiva: gostei muito, gostei, gostei pouco e não gostei.

A quantificação das classificações expressas pelos alunos é apresentada em dois gráficos. No gráfico 12a apresentam-se as percentagens de cada uma das categorias enumeradas anteriormente e que os alunos atribuíram a cada atividade. No gráfico 12b são apresentadas as percentagens de utilização das categorias afetivas expressas pelos alunos nesta questão.

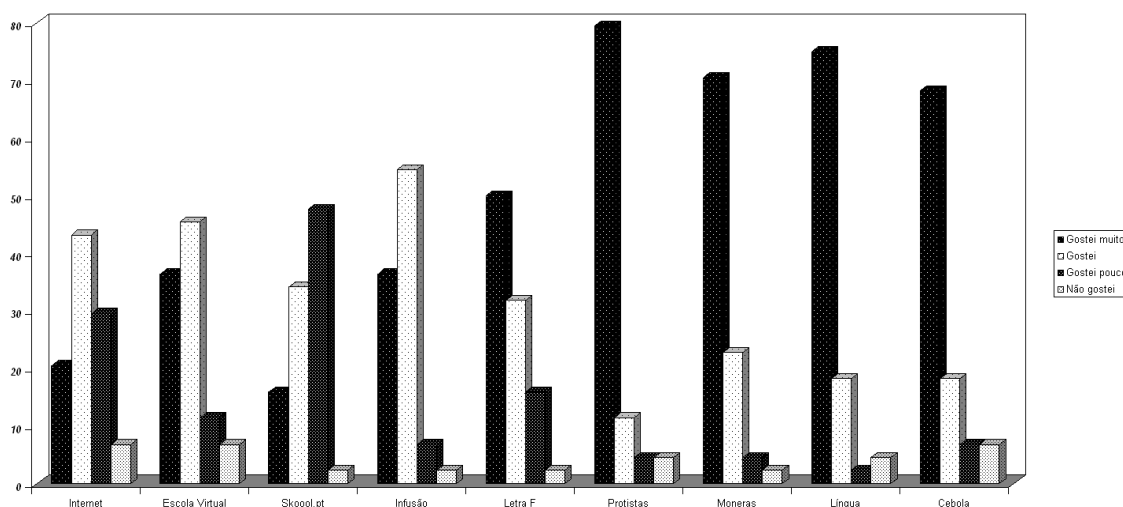


Gráfico 12a. Distribuição em percentagem da preferência dos alunos por cada atividade.

Este gráfico confirma a percepção, resultante da observação do gráfico 4.11, de que as atividades práticas envolvendo observações microscópicas foram as preferidas dos alunos. Apenas a observação da letra F em papel, que obteve 50% da categoria “gostei muito”, se diferencia acentuadamente das restantes observações que oscilam entre os 79,5% para a observação de Protistas e os

68,2% para a observação de células da epiderme da cebola. As atividades envolvendo recursos multimídia, embora não contando com percentagens da categoria “gostei muito” comparáveis às das observações microscópicas, obtêm percentagens significativas na categoria “gostei”. Observam-se também como significativas as reduzidas percentagens de “não gostei” em todas as atividades.

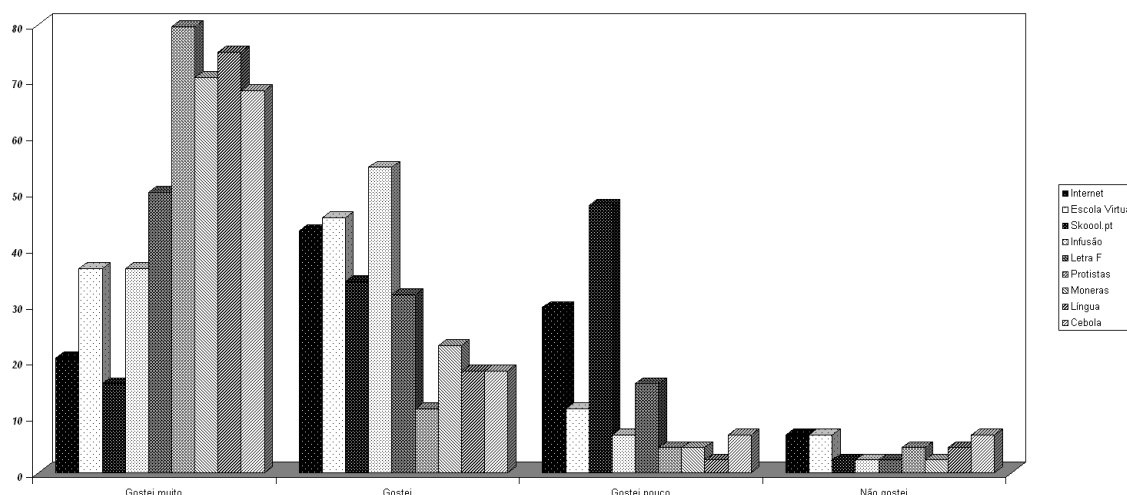


Gráfico 12b. Distribuição em percentagem das categorias expressas pelos alunos na classificação das atividades realizada.

Ressalvando-se duas exceções na categoria “gostei pouco”, as categorias afetivas de cariz menos positivo apresentam percentagens residuais. Em especial a categoria “não gostei” apresenta na maior parte das atividades percentagens que representam frequências absolutas mínimas próximas de zero.

### **Duração das atividades realizadas (questão 13 do pós-teste 2)**

A questão número treze visava conhecer a opinião dos alunos sobre a duração das atividades realizadas. Pediu-se aos alunos que classificassem a duração das atividades com as categorias: durou pouco, durou o suficiente e durou demasiado.

Os gráficos seguintes apresentam os resultados em percentagem das classificações atribuídas pelos alunos. No gráfico 13a apresentam-se as percentagens de cada categoria atribuídas pelos alunos a cada uma das atividades, e no gráfico 13b são apresentadas as percentagens da utilização de

cada categoria por parte dos alunos para classificarem a duração das atividades realizadas durante a intervenção pedagógica.

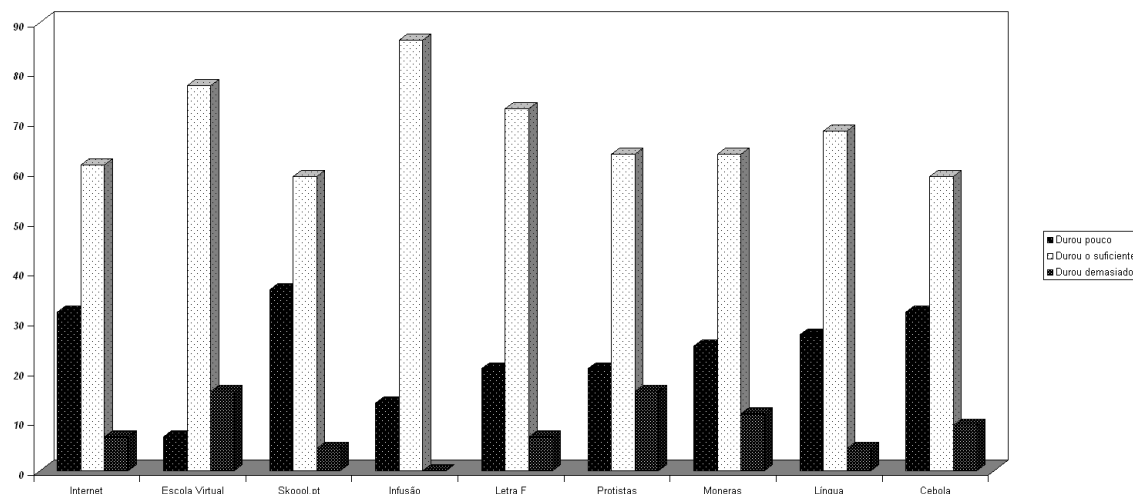


Gráfico 13a. Distribuição em percentagem das categorias atribuídas pelos alunos a cada atividade realizada.

Observa-se claramente no gráfico que os alunos globalmente consideraram que as atividades duraram o suficiente. Todas atividades apresentam valores da categoria “durou o suficiente” que variam entre os 59,1% e 86,4%. As percentagens da categoria “durou pouco” oscilam entre 6,8% e 36,5% e na categoria “durou demasiado” entre os 0% e os 15,9%.

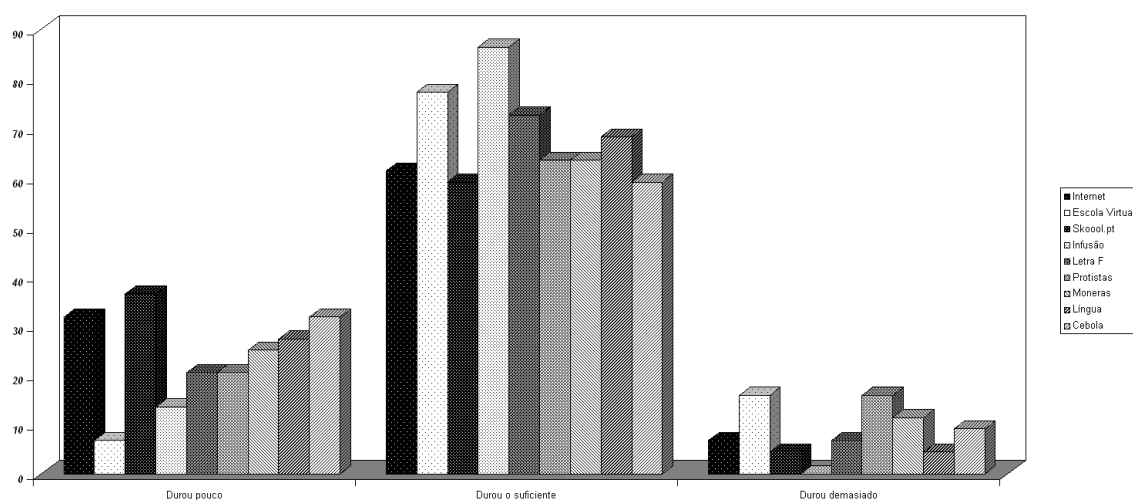


Gráfico 13b. Distribuição em percentagem das categorias expressas pelos alunos na classificação da duração das atividades realizadas.



Este gráfico confirma a ideia, aparente no gráfico no anterior, de que os alunos consideraram massivamente que as atividades duraram o suficiente, podendo pontualmente algumas terem sido prolongadas um pouco mais como parecem indicar as percentagens da categoria “durou pouco”, nomeadamente as atividades: Utilização do sítio Skool.pt”, “Pesquisas na *Internet*” e “Preparação e observação microscópica de células da cebola”. As reduzidas percentagens expressas na categoria “durou demasiado” parecem indiciar que os alunos não consideraram as atividades como cansativas e/ou desinteressantes.

### **Atividade preferida (questão 14 do pós-teste 2)**

Na questão catorze procurou-se obter uma justificação para a seleção efetuada pelos alunos na questão onze no que concerne à atividade seriada em primeiro lugar. Foi pedido aos alunos que explicassem resumidamente a razão da escolha efetuada.

As respostas às questões catorze e quinze foram tratadas segundo uma categorização estabelecida *a posteriori* em que foram consideradas: razões afetivas (RA); razões lúdicas (RL); razões cognitivas (RC) e razões relacionadas com a novidade/inação da atividade escolhida (RN) na questão catorze; razões relacionadas com a falta de novidade/rotina da atividade escolhida (RN) na questão quinze; razões relacionadas com a duração da atividade escolhida (RT) e outras razões (OR). A categorização específica das duas questões referidas deveu-se à natureza aberta das questões e ao facto de apenas constarem do pós-teste 1 uma vez que pretendiam avaliar o impacto nos alunos das atividades desenvolvidas durante a intervenção pedagógica enquanto as atividades eram um acontecimento recente.

No gráfico 14 apresentam-se, em forma de sectograma, as percentagens da categorização das respostas dos alunos à questão catorze.

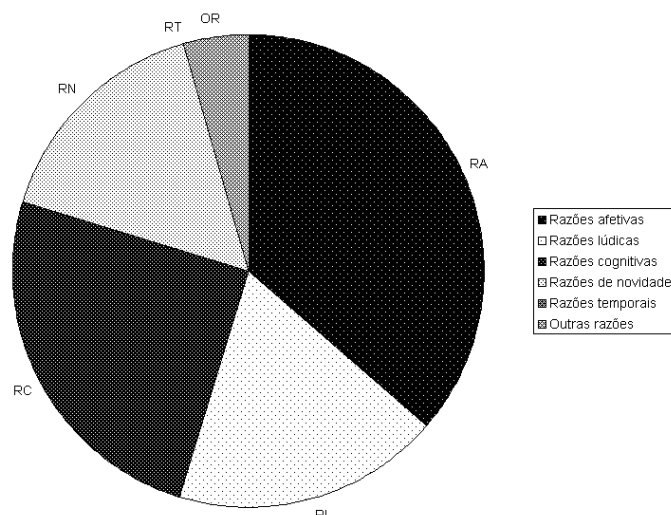


Gráfico 14. Distribuição em percentagem da categorização das justificações dos alunos à seleção da primeira atividade na questão onze.

As razões mais utilizadas pelos alunos (36,4%) foram razões afetivas (RA) expressas em respostas como: *“Porque gostei de observar protozoários, de vê-los a mover-se”*. As razões de caráter cognitivo (RC) foram utilizadas em 25% das respostas como: *“Porque aprendi a fazer observações”*. Em terceiro lugar com 18,2% são consideradas razões lúdicas (RL) quando os alunos apresentam respostas do tipo: *“Gostei mais dessa atividade porque achei engraçada a ideia de ver bichinhos”*. Das categorias definidas as razões relacionadas com a novidade/inação da atividade escolhida (RN) surgem em 15,9% das respostas: *“Eu gostei mais da que pus em primeiro na questão 11 porque era algo de novo”*. Nenhum aluno expressou razões relacionadas com a duração da atividade escolhida (RT) relativamente à justificação da escolha da atividade de que mais gostou. Finalmente, 4,5% das respostas não se enquadraram na categorização definida porque não apresentavam razões explícitas ou uma resposta inteligível para justificar a escolha efetuada na questão onze.

#### **Atividade menos apreciada (questão 15 do pós-teste 2)**

Com a questão quinze pretendeu-se obter uma justificação para a seleção efetuada pelos alunos na questão onze no que concerne à atividade seriada em último lugar.

As respostas a esta questão foram tratadas segundo a mesma categorização utilizada na questão catorze e, tal como nela, os resultados são apresentados em forma de sectograma no gráfico seguinte.

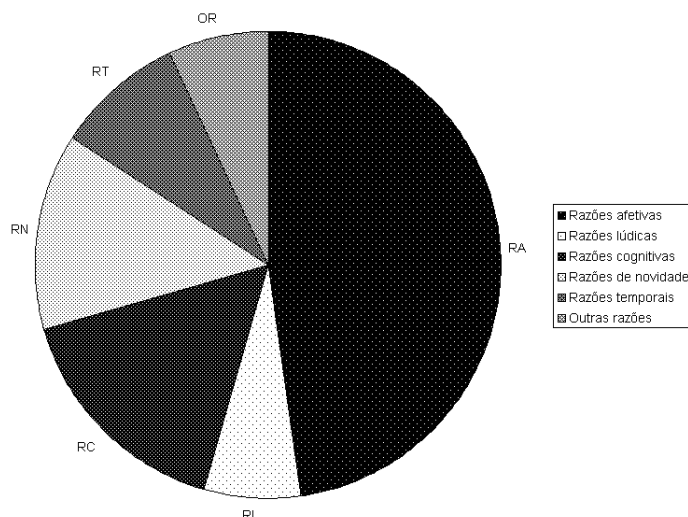


Gráfico 15. Distribuição em percentagem da categorização das justificações dos alunos à seleção da última atividade na questão onze.

Claramente (47,7%), as razões mais utilizadas pelos alunos para justificarem o seu menor agrado pela atividade que indicaram em último lugar na questão onze são de tipo afetivo (RA) como se pode ler em respostas como: *“Porque não gostei muito, era giro mas não era do meu agrado”*. Também nesta questão as justificações apontando razões cognitivas (RC) surgem em segundo lugar (15,9%) em respostas do tipo: *“Porque é um bocado difícil”*. As razões relacionadas com a falta de novidade/rotina da atividade escolhida (RN) surgem em terceiro lugar em 13,6% das respostas com justificações como: *“Eu gostei mas para mim não era novidade ir à internet pesquisar coisas”*. Foi nesta questão que se encontraram justificações recorrendo a razões relacionadas com a duração da atividade escolhida (RT) em 9,1% das respostas e que podem ser ilustradas por expressões como: *“Porque durou muito pouco tempo”*. As razões lúdicas são utilizadas em apenas 6,8% das respostas e persistem respostas que não se enquadraram na categorização definida também em 6,8% dos casos.

## **Discussão dos resultados**

Nos pontos seguintes deste capítulo é feita a análise dos resultados obtidos nos questionários agrupando as questões em três conjuntos que pretendem globalizar os dados segundo os três objetivos definidos para o estudo.

### **Conceito de microrganismo (questões 1 a 6 dos três testes)**

Este primeiro conjunto de questões pretendeu determinar o conceito de microrganismo perfilhado pelos alunos segundo uma perspetiva abrangente que contemplou a identificação, diversidade, dimensões, constituição, funções e distribuição na biosfera.

Dos resultados a este conjunto de questões podemos inferir que inicialmente, tal como descrito por Duarte e colaboradores (1997), a maioria dos alunos associa micróbio a “animal/bicho”, de “tamanho reduzido”, apoiando-se muitas vezes em exemplos do seu quotidiano como “muito mais pequeno que uma pulga”, que provêm de “sítios sujos” e da “falta higiene”, que são “causador de doenças”, e que “existem no ar, no solo, na água (se for suja) e em sítios sujos”. Também Limberger e colaboradores (2011, p. 5) referem que a maioria dos alunos do estudo por eles realizado, respondem que os micróbios “são seres gosmentos, nojentos, sujos e ruins para o nosso corpo”, são “pequenas criaturas que transmitem doenças”, chamando-lhes “bactérias e fungos”, para além de indicarem que se trata de organismos “muito pequenos, que não podem ser vistos a olho nu”. Alguns alunos também se referem a micróbio como “vírus” (Duarte et al., 1997), sucedendo no estudo apresentado neste trabalho o mesmo com o termo “bactéria”. Segundo Verjovsky e colaboradores (2009) a grande maioria dos alunos relacionam os micróbios com seres muito pequenos causadores de doenças e, cerca de metade, reconhece que estão presentes em toda a parte. Verifica-se então que, tal como em estudos anteriores, a maioria dos alunos apresentava inicialmente uma visão distorcida a respeito dos micróbios, considerando-os como animais de muito reduzidas dimensões, prejudiciais à nossa saúde porque os relaciona sempre com doenças e que podem ser encontrados um pouco por todo o lado, mas especialmente no solo, na água e nos objetos que manuseamos por estarem em contacto com a “sujidade”.

Conforme ficou exposto na apresentação dos resultados dos questionários, os alunos, tal como descrito por Zompero (2009), possuem conhecimentos prévios sobre micróbios e relacionam-nos frequentemente com a saúde humana, apesar de algumas dessas relações não serem cientificamente corretas. Após a intervenção pedagógica verifica-se uma evolução global bastante positiva do conceito de micróbio. Parece estar consolidada a noção de que os micróbios são minúsculos, invisíveis a olho nu, portando de dimensões microscópicas. Os alunos usam frequentemente esses dois termos, “dimensões microscópicas”, mas há que considerar que em questões de tamanho, muitos alunos têm pouca ou nenhuma noção dessas dimensões, a não ser a partir da intuição ou experiências diárias (Castro, 2010). Também Duarte e colaboradores (1997) referem que poucos alunos são capazes de utilizar unidades concretas, como o “milímetro”, para enquadrarem essas dimensões. Esta apropriação da relação de grandeza poderá passar pela interdisciplinaridade e a realização de trabalho prático de microscopia de modo mais regular e variado.

O reconhecimento dos micróbios como seres vivos ainda não parece totalmente assimilado por alguns alunos. Para muitos deles a principal característica que os leva a considerar os micróbios como seres vivos é o movimento, capacidade que associam mais a animais do que a plantas, o que os leva a pensar nos micróbios como animais (Byrne & Sharp, 2006). Castro (2010) considera o reconhecimento dos micróbios enquanto seres vivos pelos alunos implica formas de pensamento que envolvem: movimento, forma, uso para alimentação, sensibilidade às mudanças do meio e morte, como aspetos mais relevantes para o reconhecimento da existência de vida. Os resultados obtidos apontam para a necessidade de aprofundar este conceito. Alguns autores como Arnold e Simpson (1979) lamentam que o estudo de conteúdos antiquados como “as características dos seres vivos” tenha perdido relevância e se enfatize a diversidade em detrimento da unidade dos seres vivos. Na opinião desses autores estes conteúdos poderão ajudar os alunos a identificar e distinguir seres vivos e seres não vivos. Trata-se de uma opinião polémica mas que reúne algum consenso desde que se incluam contra exemplos, seres não vivos em que se verifica a ausência dessas características.

O conceito de diversidade microbiana parece consolidado mas há evidência de dificuldades na distinção e exemplificação, especificamente na utilização de termos que permitam a caracterização de diferentes tipos de microrganismos. Os resultados apontam para uma melhoria ao longo dos três testes, embora o sucesso ficasse aquém do esperado. Segundo Castro (2010), caracterizar coisas pequenas a nível estrutural e funcional é muito difícil, pois as descrições que os alunos fazem limitam-se à imagem externas revelando pouco conhecimento das estruturas internas. “Muitos dos saberes das crianças sobre estrutura de microrganismos foram enraizados em suas imaginações e fantasias em vez da informação factual” (Castro, 2010, p. 55). Apesar da aprendizagem efetuada este é um tópico que terá que continuar a ser trabalhado.

Das respostas dos alunos, do pré-teste para o pós-teste 1, infere-se que reconhecem a célula como unidade fundamental da organização dos seres vivos e conseqüentemente a sua relação com a constituição dos micróbios, no entanto, o retorno a concepções próximas das iniciais no pós-teste 2 sugere que a retenção dos conteúdos apenas funcionou a curto prazo e que aprendizagem não foi significativa. Ausubel, Novak e Hanesian (1980) salientam que a aprendizagem significativa ocorre apenas quando a nova informação encaixa em conceitos já existentes na estrutura cognitiva do aluno, mas de acordo com Byrne e Sharp (2006) a maioria das atividades letivas não alteram as concepções dos alunos. Mas, como sugerem Cachapuz e colaboradores (2002) quando advogam o pluralismo metodológico, uma adoção de estratégias diversificadas deverá dar mais garantias de responder às diferentes realidades cognitivas de cada aluno. Assim, estes conteúdos precisam de ser mais trabalhados, particularmente no que se refere à célula enquanto constituinte dos micróbios e à viabilidade de um ser constituído apenas por uma célula, porque como diz Castro (2010, p. 54), “embora as crianças maiores já diferenciem os aspectos de células individualizadas e múltiplas células, elas ainda não avançam na descrição da estrutura celular e funcionalidade no sentido de aproximação com descrição científica dos livros de ciências”.

Segundo Byrne e Sharp (2006), os alunos consideram os micróbios como seres que não trazem benefícios para o homem e veem-nos apenas como causadores de doenças. Esta ideia de micróbio como algo que é sempre prejudicial ao homem é também referida por Duarte e colaboradores (1997) e

resulta da associação estrita feita pelos alunos entre micróbio e doença. No entanto no presente estudo, os alunos admitiram esmagadoramente que reconhecem que os micróbios podem ser benéficos ou patogénicos, mas efetivamente as exemplificações apresentadas pendem muito mais para os casos patogénicos e parecem ter alguma dificuldade em apresentar exemplos benéficos. Verjovsky e colaboradores (2009) consideram que há mais ênfase no discurso sobre os micróbios patogénicos e que toda a importância dos micróbios benéficos, e até mesmo a existência dos que não provocam nem bem nem mal, é pouco conhecida da sociedade em geral e dos estudantes em particular. Esta visão parece ser altamente reforçada pelo contexto quotidiano onde efetivamente se fala essencialmente dos micróbios como causadores de doenças (Duarte et al., 1997). Tal é confirmado por França França, Abreu e Siqueira (2004) pois as suas pesquisas e outros estudos da literatura mostram que o alarde sobre micróbios patogénicos é reforçado pelos média. O papel dos micróbios na produção de alimentos e de medicamentos, a sua ação como decompositores no tratamento de esgotos e nos ciclos naturais, a sua importância para a sustentabilidade da vida na Terra, etc., parecem ser pouco compreendidos e até ignorados pela maioria dos alunos e a população em geral. Estes exemplos positivos devem ser reforçados com atividades de microbiologia que possam mudar a perceção e a compreensão dos alunos relativamente à importância para as suas vidas e a contribuição desses seres para o planeta em que vivemos (Limberger et al., 2011).

Relativamente à distribuição dos micróbios pela biosfera, os resultados indicam que os alunos reconhecem a dispersão, especialmente em locais diretamente relacionados com eles. No entanto, parecem ter mais dificuldade em reconhecer a existência de micróbios em locais menos habituais, como por exemplo os habitats de extremófilos. Esta situação parece ser frequente nos alunos deste nível de escolaridade, pois como referem Limberger e colaboradores (2011, p. 7), “em relação aos locais em que podemos encontrá-los, muitos apenas relataram os ambientes que foram amostrados em aula, sendo que alguns conseguiram compreender que eles estão em toda a parte”. O facto de muitos alunos apenas reconhecerem apenas alguns locais como contendo micróbios pode advir de, como refere Castro (2010, p. 56): “Embora os microrganismos habitem diferentes

espaços, muitos alunos, associam-nos ao corpo humano, ou a doenças e lugares não higiénicos” o que pode indicar, segundo Duarte e colaboradores (1997), que alguns alunos perfilhem a ideia de que os micróbios se geram espontaneamente em determinadas condições de higiene. No presente estudo não foi abordada a origem dos micróbios pelo que não surpreende que não se encontrem evidências de concepções relacionadas com a geração espontânea. De acordo com a literatura, tal concepção deverá existir numa parte dos alunos e poderá ser abordada, com este grupo de alunos, aquando da introdução dos conteúdos relativos à reprodução dos seres vivos. Apesar do reconhecimento de que os micróbios estão presentes em muitos locais, após a intervenção pedagógica apenas 19,4% dos alunos, em média, indicaram a totalidade dos locais propostos. Donde se pode inferir que apenas estes reconhecem que os micróbios estão em toda a parte e, como referem Verjovsky e colaboradores (2009), apenas cerca de um quinto dos alunos estudados se referem à distribuição dos micróbios como estando presentes em todos os lugares.

### **Conceito de ser vivo (questões 7 a 10 dos três testes)**

O segundo conjunto de questões visava determinar o conceito de ser vivo que os alunos possuíam no momento de cada teste. Este conjunto de questões contemplou a identificação, distinção, constituição e classificação dos seres vivos.

Os resultados obtidos indicam que o conceito de ser vivo perfilhado pelos alunos evoluiu positivamente da situação inicial até à situação final. As respostas iniciais da maior parte dos alunos evidenciavam, como referem Duarte e colaboradores (1997), a ideia de ser vivo restringida a "animal" e "planta". Por vezes também é referido o Homem mas como ser independente do Reino Animal. Segundo Castro (2010), a falta de conhecimentos dos alunos no que se refere à célula e/ou relativos a seres vivos microscópicos, poderá dificultar a compreensão do conceito de ser vivo e de outros conceitos derivados daquele e/ou com ele relacionados. As respostas posteriores, dos dois pós-testes, começam a evidenciar propriedades específicas das características dos seres vivos. A melhoria das respostas poderá estar relacionada com as atividades realizadas que possibilitaram: “a relativização do conceito de ser vivo, o qual depende de



propriedades específicas como a organização celular que está relacionada aos critérios da teoria celular, como atributo característico dos seres vivos” (Castro, 2010, p. 46). Os resultados nos pós-testes são semelhantes pelo que se pode inferir que a aprendizagem foi significativa, pois como referem Verjovsky e colaboradores (2009), sempre que se integra a teoria em atividades práticas, observa-se uma melhoria na qualidade das aprendizagens por parte dos alunos. Mas do nosso ponto de vista os resultados são ainda insatisfatórios e este conceito carece de ser mais trabalhado, especialmente porque dele dependem outros conceitos relacionados.

As respostas relativas à constituição dos seres vivos apresentam uma grande melhoria do primeiro para o segundo teste, mas verifica-se algum retrocesso nas respostas do último teste. Conforme referem Caballer e Giménez (1992, p. 178), “compreender que os seres vivos são constituídos por células não é algo que seja fácil porque não é um fenómeno observável directamente nem de um modo frequente”. Pode depreender-se que embora numa primeira fase os alunos tenham aparentemente apreendido os conteúdos lecionados, estes não ficaram consolidados. Estes conteúdos terão que ser muito mais trabalhados e reforçados, o que é inclusivamente previsto pelos programas de Ciência da Natureza e Ciências Naturais, onde estes conteúdos são revisitados. Mas, de acordo com Castro (2010), os alunos têm dificuldades em acompanhar as mudanças que ocorrem nestes conceitos ao longo dos anos conforme se sucedem alterações na dinâmica dos conteúdos escolares por inclusão de um maior número de critérios. “Parece que uma das maiores dificuldades para compreender que os seres vivos são constituídos estrutural e funcionalmente por unidades celulares é a de compreender adequadamente as características que definem um ser vivo” (Caballer & Giménez, 1992, p. 178). Apesar do referido retrocesso para alguns alunos, não se volta a uma situação idêntica à inicial. As respostas aceitáveis representam mais de metade das obtidas logo após a intervenção pedagógica e são mais de 20% superiores às iniciais. Para esses alunos, após vários meses, estes valores são indicadores de uma mudança importante (Limberger et al., 2011).

Conforme se pode observar no gráfico nove, relativo à distinção entre seres vivos, desde o início que os alunos são capazes de utilizar algumas características fisiológicas, morfológicas e comportamentais para fazerem

distinções. O aspeto aparentemente mais curioso parece ser o aumento progressivo das respostas evidenciando concepções incompletas. Tal poderá dever-se a alguma instabilidade dos conhecimentos adquiridos que podem ter levado alguns alunos a expressarem apenas respostas parciais. Pois como se pode inferir do que Castro (2010) referiu, parte dos alunos têm dificuldade em acompanhar o aumento progressivo da complexidade dos conteúdos e conceitos associados. Com o passar do tempo e mais afastado da leção, essa instabilidade parece aumentar ligeiramente manifestando-se num aumento de respostas incompletas. Refira-se que as respostas evidenciando concepções alternativas são residuais e idênticas quantitativamente em ambos os pós-testes.

Inicialmente os alunos evidenciaram uma forte tendência, já referida por diversos autores (Duarte et al., 1997; Castro, 2010), para considerarem como seres vivos apenas os animais e as plantas. Poucos referiram o reino dos fungos e alguns referiram o ser humano como um ser aparte. No teste seguinte há uma significativa melhoria dos resultados com as respostas aceitáveis a mais que triplicarem. Esta melhoria fez-se à custa das outras respostas com exceção das incompletas que se mantiveram aproximadamente iguais. A situação final situa-se em valores intermédios entre as duas primeiras, salientando-se as respostas incompletas que aumentam ligeiramente. Parece que a classificação dos seres vivos em níveis taxonómicos, mesmo considerando apenas o nível inicial, é algo que os alunos têm dificuldade em interiorizar. Possivelmente estas dificuldades estão associadas à consolidação de um conceito de ser vivo cientificamente mais exigente e à separação entre os níveis macroscópicos e microscópicos do mundo vivo. Apesar de todos os reinos serem referidos, poucos alunos apresentam respostas completas em que referem os cinco reinos. Há portanto alguma evidência que os alunos “esqueceram” que a classificação atual considera cinco reinos. Mas o facto de nenhum reino ter sido particularmente ignorado parece indicar que os alunos conhecem este nível da classificação dos seres vivos.

**Impacto das atividades implementadas****(questões 11 a 15 do pós-teste 1)**

O conjunto de questões que compunham a extensão do pós-teste 2 visava avaliar o impacto das atividades propostas segundo a perspetiva dos alunos. Todas as atividades implementadas foram de carácter prático segundo Hodson (1994) que as define como “qualquer método de aprendizagem que exija que os aprendizes sejam activos em vez de passivos”. O conjunto das atividades pode ser dividido em dois subconjuntos: atividades que envolveram a *internet* (pesquisas, escola virtual e skool.pt) e atividades de microscopia (letra F, preparação da infusão e observações microscópicas).

Analizadas as respostas dos alunos verifica-se a quase inexistência de reações negativas às atividades realizadas como é ilustrado pelo gráfico 12b. Pode então concluir-se que as atividades propostas foram do agrado dos alunos e, com base nas razões apontadas para justificarem as escolhas, consideraram-nas de um modo geral interessantes, motivadoras e com a duração adequada.

A utilização da *Internet* permite aos alunos pesquisar informação em qualquer parte do mundo sem saírem da escola ou de casa e, apesar de não ser uma ferramenta específica das ciências, pode ser integrada nas atividades destas disciplinas, uma vez que é algo que qualquer cidadão deveria ser capaz de fazer (Afonso & Leite, 2003). Os alunos reagiram positivamente às atividades de pesquisa de informação mas o seu impacto foi menor do que seria esperado. A reação mais comedida dos alunos a esta atividade deve-se ao facto destes já estarem familiarizados com este recurso. Como alguns deles comentaram, era algo que já sabiam e costumavam fazer, por isso já não constituía uma novidade. Estes alunos beneficiaram desde o primeiro ciclo de acesso à *Internet* e computadores Magalhães através do Programa e.escolinha do Plano Tecnológico da Educação. Assim, as atividades realizadas puderam ser conduzidas de modo mais célere. Para além de preencherem a função para a qual foram planeadas, resultaram também numa oportunidade de os alunos desenvolverem e aprofundarem alguns conhecimentos básicos de pesquisa de informação na *Internet*. Ainda no âmbito da utilização de TIC, o recurso a ambientes virtuais de aprendizagem enquadra-se no que Braun (1993, p. 12) designa como um sistema

flexível com ambientes de aprendizagem que vão ao encontro das capacidades e necessidades de cada aluno. Os dois ambientes utilizados, Escola Virtual e Skoool.pt, obtiveram receções diferentes por parte dos alunos tendo-se verificado que a motivação para trabalhar com a Escola Virtual foi significativamente maior do que com a Skoool.pt. Enquanto o primeiro foi considerado uma experiência positiva, o segundo foi visto como menos interessante e apelativo pelo que se registou algum desinteresse durante sua utilização. Esta situação resultou da comparação estabelecida entre ambas as plataformas pelos alunos e conduziu a um segundo ajustamento das atividades. Daqui provém os resultados que indicam que as atividades, Skoool.pt e Pesquisa na *Internet*, apesar de serem as que menos motivação criaram, fossem também as que os alunos consideraram que duraram pouco tempo. Globalmente as atividades envolvendo as TIC contribuíram para facilitar a compreensão da matéria, auxiliando e envolvendo os alunos na aprendizagem.

As atividades de microscopia foram indubitavelmente, e conforme indicam os resultados, as que maior impacto tiveram nos alunos. Geraram uma enorme motivação e interesse, tendo também contribuído, enquanto atividades praticas, para o “desenvolvimento de atitudes científicas” (Hodson, 1994). O envolvimento dos alunos nestas atividades estará relacionado, como referem Limberger e colaboradores (2011), com o facto de despertarem intensa curiosidade e encantamento por parte dos alunos. Todo o trabalho prático desenvolvido serviu de fundamentação e preparação para a realização, de forma progressivamente mais autónoma por parte dos alunos, das observações microscópicas.

Durante a implementação das atividades propostas foi observável que a grande maioria dos alunos, dado o seu forte empenho, conseguiu desenvolver as capacidades e atitudes preconizadas pelo Currículo Nacional do Ensino Básico para este ano de escolaridade. Os níveis de aquisição de conteúdos e conceitos e a consolidação a mais que o curto prazo, conforme os resultados indicam, embora positivos, não atingiram os níveis pretendidos. Alguns alunos confirmaram o que Cachapuz e colaboradores (2002, p. 159) designaram por estabilidade das conceções alternativas, que “sendo um conhecimento resistente à mudança (...), acabam muitas vezes por se tornarem regressivas”.

## CAPÍTULO V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao concluir esta dissertação apresentam-se algumas reflexões e conclusões sobre o trabalho realizado, tendo em conta os objetivos definidos, os resultados obtidos e possíveis implicações para o ensino das ciências. Finaliza-se com algumas sugestões para futuras investigações.

### **Principais conclusões e implicações para o ensino das ciências**

O presente estudo confirmou o que a literatura indica sobre as concepções dos alunos relativamente aos conceitos de microrganismo e de ser vivo. Efetivamente, nesta faixa etária, os alunos revelam dificuldade em se libertarem da fixação aos animais e plantas macroscópicos como constituindo a totalidade da diversidade biológica. Alguns evidenciam também uma percepção Homocêntrica, de seres à parte dos restantes seres vivos. Essas concepções foram já identificadas noutros estudos e a sua origem é frequentemente atribuída ao conhecimento do senso comum. Estas concepções são reforçadas pela informação lúdica e pseudo didática veiculada pelos média, especialmente em conteúdos especificamente dirigidos a crianças em idades do pré-escolar até ao primeiro ciclo. No ambiente escolar inicial, mesmo que de um modo não intencional, esta restrição da diversidade não é contrariada. Os alunos são sistematicamente expostos a exemplificações de seres que contemplam apenas animais e plantas macroscópicos. A informação relativa a outro tipo de seres é esporádica e contextual, quase sempre com conotação negativa, deixando que seja a imaginação a conduzir as crianças enquanto constroem fantasias sobre estes assuntos. É particularmente relevante a ênfase, quase exclusiva, na saúde quando são abordados temas relacionados com os microrganismos. Este forte enraizamento torna difícil alterar essas concepções com sucesso. Mesmo quando aparentemente tal foi conseguido, há por vezes um retorno às ideias iniciais. Embora essa seja uma situação recorrente na literatura e por nós comprovada, não temos conhecimento de nenhum estudo sobre uma eventual quantificação desse retorno, ou sobre o perfil dos alunos em que esse retorno ocorre. Seria proveitoso, na planificação do processo de ensino aprendizagem, que os

professores pudessem identificar e acautelar o efeito dessa suscetibilidade na aprendizagem dos seus alunos.

O insucesso na aprendizagem significativa de alguns dos conceitos pode resultar da dificuldade de expressão dos alunos, oral e escrita, ou insuficiente relacionamento entre conceitos mais abstratos. Mesmo com a intervenção pedagógica, diversificada e de cariz prático, alguns não conseguiram ultrapassar as dificuldades. Os resultados obtidos indicam que a aquisição da generalidade dos conteúdos ocorreu satisfatoriamente. No entanto, a consolidação a médio prazo evidencia algum retorno a concepções anteriores, podendo concluir-se que decorrido algum tempo sobre a lecionação há necessidade de serem lembrados, possivelmente com alguma periodicidade.

Apesar do sucesso relativo em termos de aquisição de conteúdos, os resultados indicam que as atividades desenvolvidas tiveram um grande impacto nos alunos. Para além das respostas expressas nos questionários, foi observável no envolvimento, interesse e motivação que os alunos manifestaram. A eficácia das atividades deve também ser considerada em termos do desenvolvimento de capacidades e competências. Nesse âmbito, as atividades de pesquisa têm um grande potencial de desenvolvimento das capacidades de análise e de crítica envolvidas no processo de construção de conceitos. Quando associadas às TIC potenciam ainda o desenvolvimento de competências tecnológicas essenciais na atualidade e proporcionam aos alunos instrumentos facilitadores do sucesso. São ainda atividades que, em termos interdisciplinares, podem proporcionar oportunidades de integração de conhecimentos. Em ambos os casos, âmbito disciplinar ou interdisciplinar, são conducentes a aprendizagens significativas.

As atividades que envolveram as TIC, apesar de bem recebidas pelos alunos, tiveram comparativamente com as atividades laboratoriais, menor impacto. Começa a notar-se alguma saturação dos alunos relativamente a este recurso. Nesta faixa etária parece uma reação precoce, mas convém recordar que os alunos envolvidos neste estudo beneficiaram do acesso a computadores e à *internet*, tanto a nível pessoal como escolar, desde o primeiro ciclo. São alunos para quem a novidade, ou falta dela, constitui ainda uma importante razão de motivação. Esta exposição às TIC torna-os mais exigentes em termos da

apresentação e interatividade, se bem que ainda não da substância, dos conteúdos digitais. Foi aliás por este motivo que o Skool.pt foi abandonado ao fim da primeira utilização. Trata-se de um recurso muito limitado, apenas uma apresentação linear de conteúdos, com interação quase nula, e cuja apresentação gráfica não cativou os alunos. Em contraposição a Escola Virtual, e no caso da especificamente dirigida a esta faixa etária, cativa de imediato os alunos não só pela variedade das apresentações e aspeto visual apelativo, mas especialmente pela sua interatividade. Esta última, quando combinada com um quadro interativo, constitui uma ferramenta extraordinariamente eficaz para motivar, captar e manter a concentração dos alunos. Tanto quanto sabemos, não há qualquer estudo sobre o efeito da utilização sistemática e continuada das TIC. Há apenas estudos de caso sobre utilizações específicas em determinados conteúdos ou situações. No entanto achamos que será conveniente que os docentes, que fazem uso regular deste recurso, comecem a dosear a sua utilização.

Acreditamos que é consensual que a falta ou insuficiência da componente prática é uma das críticas que se faz ao ensino das ciências. Por isso as atividades laboratoriais constituíram uma tentativa de contribuir para alterar essa situação neste conteúdo específico. Seria proveitoso que outros conteúdos do mesmo ano de escolaridade fossem alvo de propostas didáticas no mesmo contexto metodológico. No nosso entender a formação básica, em termos de manipulação de instrumentos e materiais laboratoriais, deve começar cedo e aos poucos. A formação atempada serve para dotar os alunos dos conhecimentos e capacidades necessárias à execução de atividades mais complexas que poderão desenvolver em conteúdos de anos letivos futuros. Mas estas atividades terão que ter alguma regularidade, porque se houver um grande interregno entre elas poderão perder-se as aquisições já realizadas. A título de exemplo, o domínio da manipulação do microscópio exige bastante treino e prática. Mesmo considerando que foi utilizado substancialmente mais tempo do que aquele que as planificações atribuem a este conteúdo, o tempo disponível durante a intervenção pedagógica serviu apenas como primeiro contacto e permitiu apenas desenvolver as observações mais simples. Refira-se ainda que os microscópios eram antigos, a

quase totalidade com mais de 25 anos, e evidenciando grande desgaste, facto que contribuiu para dificultar a utilização e por vezes frustrar as tentativas dos alunos de realizarem as observações planeadas. Mas daqui resultou também uma evidência de como, mesmo com as condicionantes referidas, a realização de observações microscópicas constitui uma atividade de trabalho prático que motiva, envolve e encanta os alunos, pois nunca desistiram de tentar realizar as observações. As dificuldades enfrentadas fomentaram a colaboração entre os elementos de cada grupo, mas também entre grupos. Quando um dos grupos enfrentava algum contratempo contava sempre com o apoio dos restantes para esclarecer procedimentos e comparar resultados. O ambiente criado potenciou não só a colaboração mas também o desenvolvimento da autonomia em relação ao professor e a auto estima dos alunos. Por outro lado alguma impaciência, típica de crianças desta faixa etária, manifestou-se aquando da necessidade de proceder a períodos de espera, nomeadamente para atuação do corante utilizado antes da conclusão de algumas preparações, e que os alunos tiveram dificuldade em respeitar. Nestas situações será conveniente que tenham alguma tarefa paralela que os ocupe durante o período de espera. Embora os resultados indiquem que os alunos consideraram que estas atividades duraram o suficiente, na prática observou-se algum desapontamento quando terminaram. Posteriormente questionaram com alguma regularidade sobre a oportunidade da realização de atividades semelhantes envolvendo a microscopia.

A proposta didática apresentada, numa perspetiva de pluralismo metodológico, integra diferentes recursos e metodologias contemplando as vertentes de desenvolvimento integral dos alunos segundo o movimento CTSA. As atividades, com forte componente prática, que a integram foram exploradas e encadeadas de forma a motivar os alunos e formar um todo coerente, com um fio condutor bem definido e pertinente. A sua exequibilidade, dependerá em grande parte dos recursos disponíveis em termos de TIC, porque em termos laboratoriais nada do que foi utilizado ultrapassa o que de mais básico se pode esperar de recursos disponíveis nas escolas para o ensino das ciências. Antevemos uma dificuldade relativamente ao tempo disponível para a lecionação deste conteúdo. Aqui voltamos a confrontar-nos com a insuficiente importância atribuída a esta



área no programa da disciplina e a surpreendermo-nos com a antiguidade desse mesmo programa. Quando se comparam documentos como o “Currículo Nacional do Ensino Básico”, especificamente as “Competências Essenciais nas Ciências Físicas e Naturais”, com o “Programa e Orientações Curriculares para as Ciências da Natureza do 2.º Ciclo”, não podemos deixar de nos interrogar como ao fim de 20 anos, com todos os avanços científicos, o desenvolvimento social e cultural, o intensificar da problemática ambiental, e a evolução das perspetivas de ensino das ciências, não parece haver movimentação para renovar o referido programa. As consequências desta estagnação podem ser observadas por exemplo nos manuais da disciplina. Embora contenham propostas de trabalhos práticos, quase sempre são atividades dispersas e que ilustram apenas um ou outro conteúdo, e as sugestões de consultas, mesmo que recorrendo às TIC, não podem ser encaradas como atividades de pesquisa. Só na formação de professores se tem assistido a alguma renovação. No caso da formação contínua, algumas ações têm procurado transmitir novas orientações didáticas, mas lamentavelmente tem sido dirigidas apenas aos docentes do 1.º ciclo. No nosso entender é necessária uma iniciativa institucional, comparável às que se implementaram para a Língua Portuguesa e a Matemática, para atualizar e revitalizar o ensino das Ciências da Natureza no 2.º ciclo.

Finalmente, os resultados obtidos permitem confirmar a relevância do trabalho prático no ensino das ciências e a validade da proposta didática apresentada. No seu âmbito restrito e específico, constitui apenas mais um pequeno passo para a divulgação da metodologia de ensino por pesquisa. Como dizem Cachapuz et al. (2002, p. 321), “Um processo de mudança é sempre um lento caminhar no sentido da maturação de ideias e atitudes”.

### **Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações**

As limitações do estudo que tornam toda e qualquer conclusão não suscetível de generalização prendem-se essencialmente com a amostra utilizada e o tratamento dos dados.

A amostra foi constituída por um número reduzido de alunos com um conjunto de características específicas únicas, entre as quais a faixa etária, o

ambiente sociocultural, o percurso escolar, as condições pessoais de socialização, etc. Não é portanto possível encontrar outra amostra exatamente igual e por isso os resultados obtidos são específicos para esta amostra nas condições em que se desenvolveu o estudo não sendo possível generalizar os resultados. A faixa etária dos alunos condiciona também o grau de autonomia que estes possuem e condicionam as propostas didáticas elaboradas que têm que ser bastante orientadoras, especialmente as atividades de pesquisa *online*.

O tratamento de dados realizado é apenas aplicável aos questionários utilizados. Esse tratamento passou por fases distintas dependendo do tipo de resposta tratada. Em alguns casos as categorizações foram definidas *a priori* dependendo das concepções do investigador em relação às respostas por ele previstas. Noutros casos as categorizações foram definidas *a posteriori* depois de uma análise prévia das respostas obtidas. Em ambos os casos a análise das respostas está dependente da subjetividade do investigador que está por sua vez sujeito, mesmo que inconscientemente, a uma enorme carga social e cultural que o condicionam. O tratamento de dados requer um esforço de interpretação que, segundo Bardin (2009), oscila entre o rigor da objetividade e a fecundidade da subjetividade.

Tendo em consideração as reflexões apresentadas, as limitações do estudo e a escassez de investigação sobre aprendizagem por pesquisa em geral, e especificamente na abordagem de conceitos relativos à diversidade biológica, consideramos pertinente desenvolver estudos semelhantes em amostras mais alargadas, em diferentes turmas/agrupamentos e em conteúdos diferentes. Outro aspeto a considerar para futuros estudos seria a quantificação da retenção das aprendizagens efetuadas a médio e longo prazo, assim como a sua relação com as metodologias de ensino/aprendizagem utilizadas e o perfil dos alunos envolvidos. Também seria de considerar a elaboração de um “catálogo” de concepções dos alunos sobre microrganismos e seres vivos a disponibilizar aos professores. Paralelamente seria pertinente investigar as concepções dos professores sobre os mesmos temas e relativamente a perspetivas de ensino das ciências.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. S., & Leite, L. (2003). A promoção da aprendizagem das Ciências no contexto da reorganização curricular: Contributos do trabalho prático. In A. Neto, J. Nico, J. C. Chouriço, P. Costa & P. Mendes (Eds.), *Didácticas e Metodologias de Educação – Percursos e Desafios* (pp. 1105-1120). Évora: Universidade de Évora.
- Almeida, A., Mateus, A., Veríssimo, A., Serra, J., Alves, J. M., Dourado, L., . . . Ribeiro, R. (2001). *(Re)pensar o Ensino das Ciências* (1ª ed.). Lisboa: Ministério da Educação/Departamento do Ensino Secundário.
- Arnold, B., & Simpson, M. (1979). The Concept of Living Things. *Aberdeen College of Education, Biology Newsletter*(33), 17-21.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bardin, L. (2009). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bastos, C. B. M. (2006). *Promoção do Ensino Experimental das Ciências: Construção e Integração de Material Didáctico num Software Educativo, na temática Reprodução sexuada*. (Tese de Mestrado), Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Porto.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2010). *Investigação Qualitativa em Educação: Uma Introdução à Teoria e aos Métodos*. Porto: Porto Editora.
- Braun, L. (1993). Educational Technology: Help for All the Kids. *The Computing Teacher*(May), 11-15.
- Brilha, J. B. R., & Legoinha, P. A. R. R. (1998). Internet: uma nova estratégia para o ensino das ciências da terra. *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 84(2), 8-11.
- Byrne, J., & Sharp, J. (2006). Children's ideas about micro-organisms. *School Science Review*, 88(322), 71-79.
- Caballer, S. M. J., & Giménez, I. (1992). Las ideas de los alumnos y alumnas acerca de la estructura celular de los seres vivos. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 172-180.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2000). Reflexão em torno de perspectivas de ensino das ciências: contributos para uma nova Orientação Curricular – Ensino por Pesquisa. *Revista de Educação*, 9(1), 69-78.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.

- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363-381.
- Carvalho, A. A. A. (2007). Rentabilizar a Internet no Ensino Básico e Secundário: dos Recursos e Ferramentas Online aos LMS. *Sísifo / Revista de Ciências da Educação*(3), 25-40.
- Castro, D. R. (2010). *Estudo de conceitos de seres vivos nas séries iniciais*. (Tese de Mestrado), Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador.
- Chagas, I. (2000). *Literacia científica. O grande desafio para a escola*. 1º Encontro Nacional de Investigação e Formação, Globalização e Desenvolvimento Profissional do Professor, Escola Superior de Educação de Lisboa.
- Children's ideas about living things. (1992) *Research Summary*. Leads: Leads National Curriculum Science Support Project.
- Classificação Portuguesa das Profissões de 2010*. (2001). Lisboa: Instituto Nacional de Estatística, I.P.
- Cohen, L., & Manion, I. (1990). *Métodos de investigación educativa*. Madrid: La Muralla.
- Cunha, A. M. O. (1994). *Educação e Saúde: um estudo das explicações das crianças, adolescentes e adultos para as doenças infecciosas*. (Tese de Mestrado), Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Currículo Nacional do Ensino Básico: Competências Essenciais*. (2001). Lisboa: Ministério da Educação/Direcção-geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- De Ketele, J., & Roegiers, X. (1998). *Metodologia da Recolha de Dados: Fundamentos dos Métodos de Observações, de Questionários, de Entrevistas e de Estudo de Documentos*. Lisboa: Instituto Piaget.
- De Posada, J. M. (1996). Hacia una teoría sobre las ideas científicas de los alumnos: influencia del contexto. Investigación y experiencias didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(14), 303-314.
- De Posada, J. M. (2002). Memoria, cambio conceptual y aprendizaje de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(2), 92-113.
- Demastes, S. S., Good, R. G., & Peebles, P. (1996). Patterns of conceptual change in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(4), 407-431.
- Driver, R., Guesne, E., & Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in Science*. Glasgow: Open University Press.

- Duarte, M. C. (2005). Analogias na Educação em Ciências: Contributos e Desafios. *Investigações em Ensino de Ciências*, 10(1), 7-29.
- Duarte, M. C., Lopes, M. J., Pinto, M. J., Rios, A., & Guedes, M. (1997). Experiências Didáticas: Algumas ideias dos alunos sobre o conceito de "Micróbio". *Boletín das Ciências*(30), 5-8.
- Fonseca, P., Barreiras, S., & Vasconcelos, C. (2005). Trabalho experimental no ensino da geologia: aplicações da investigação na sala de aula. *Enseñanza de las Ciencias*(Extra).
- Frade, G. (2000). *Actividades experimentais assistidas por computador: um estudo de caso com alunos do 11º ano de escolaridade*. (Tese de Mestrado), Universidade Aberta, Lisboa.
- França, E., Abreu, D., & Siqueira, M. (2004). Epidemias de dengue e divulgação de informações pela imprensa. *Caderno de Saúde Pública*, 20(5).
- Freire, J. R. J., & Gambale, W. (1997). A situação do ensino da microbiologia no Brasil. *Caderno de Farmácia*, 13(1).
- Gil Pérez, D., Carrascosa Alís, J., Dumas-Carré, A., Furió Mas, C., Gallego, R., Duch, A. G., . . . Valdés, P. (1999). ¿Puede hablarse de consenso constructivista en la educación científica? *Enseñanza de las ciencias*, 17(3), 503-512.
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Pessoa de Carvalho, A. M., Torregrosa, J. M., . . . Gallego, R. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*(11), 557-571.
- Giordan, A., & De Vecchi, G. (1988). *Los Orígenes del Saber: de las Concepciones Personales a los Conceptos Científicos*. Sevilla: Díada Editores.
- Guerra, M. S. (2000). *A escola que aprende*. Porto: Edições Asa.
- Hodson, D. (1988). Experiments in science and science teaching. *Educational Philosophy and Theory*, 20(2), 53-66.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12(3), 299-313.
- Jacobucci, D. F. C., & Jacobucci, G. B. (2009). Opening the Test Tube: what do we know about research on science communication and teaching of microbiology in Brazil? *Journal of Science Communication*, 8(2).
- Jonassen, D. H. (2007). *Computadores, Ferramentas Cognitivas: Desenvolver o pensamento crítico nas escolas*. Porto: Porto Editora.

- Laburú, C. E., Arruda, S. M., & Nardi, R. (2003). Pluralismo metodológico no ensino de ciências. *Ciência & Educação*, 9(2), 247-260.
- Leite, L. (1998). Planificação do ensino-aprendizagem das ciências e mudança conceptual - uma proposta de conciliação. *Actas do X Congresso de ENCIGA. Boletín das Ciencias*, 38-46.
- Leite, L. (2001). Contributos para uma utilização mais fundamentada do trabalho laboratorial no ensino das ciências. In H. V. Caetano & M. G. Santos (Eds.), *Cadernos Didácticos de Ciências* (Vol. 1, pp. 77-96). Lisboa: Ministério da Educação/Departamento do Ensino Secundário.
- Lemke, J. L. (1994). Semiotics and the construction of conceptual learning. *Journal of the Society for Accelerative Learning and Teaching*. Acedido em 10 de Novembro, 2009, de <http://academic.brooklyn.cuny.edu/education/jlemke/papers/jsalt.htm>
- Lévy, P. (2001). *Filosofia World - O Mercado, O Ciberespaço, A Consciência*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Limberger, K. M., Silva, R. M., & Rosito, B. A. (2011). Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre microbiologia de alunos do ensino fundamental. Acedido em 26 de Julho, 2011, de <http://www.mc.unicamp.br/redpop2011/trabalhos/106.pdf>
- Lopes, G. C. L. R., & Allain, L. R. (2002). *Lançando um olhar crítico sobre as saídas de campo em biologia através do relato de uma experiência*. VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Lüdke, M., & André, M. E. A. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária.
- Miguéns, M. I. (1999). O Trabalho Prático e o Ensino das Investigações na Educação Básica. *Actas do Seminário Ensino Experimental e Construções de Saberes*, 77-95.
- Neves, J. L. (1996). Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades. *Caderno de Pesquisas em Administração*, 1(3), 1-5. Acedido em 11 de Janeiro, 2010, de <http://www.ead.fea.usp.br/cad-pesq/arquivos/C03-art06.pdf>
- Niaz, M., Abd-el-khalick, A., Benarroch, A., Cardellini, L., Laburú, C. E., Marín, N., . . . Tsapalis, G. (2003). Constructivism: Defense or a continual critical appraisal – A response to Gil-Pérez et al. *Science & Education*(12), 787-797.
- Novak, J. D., Gowin, D. B., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-645.

- Pinto, C. A. S. (2003). Ensino/Aprendizagem à Distância: Uma Perspectiva Global. Acedido em 15 de Julho, 2011, de <http://hdl.handle.net/1822/369>
- Pires, M. C. (2005). *A utilização de analogias no ensino das ciências da natureza: um estudo sobre o tema "O sangue e o sistema circulatório", no 6º ano de escolaridade*. (Tese de Mestrado), Universidade do Minho, Braga.
- Praia, J. F. (2000). *Educação em Ciência: Uma reflexão epistemológico-didáctica*. VIII Encontro Nacional de Educação em Ciência, Universidade dos Açores.
- Programa de Ciências da Natureza do 2º Ciclo*. (1991). Lisboa: Ministério da Educação/ Direcção-geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Programa e Orientações Curriculares de Ciências da Natureza*. (1991). Lisboa: Ministério da Educação/ Direcção-geral de Inovação e de Desenvolvimento Curricular.
- Santos, E., & Praia, J. (1992). Percurso de mudança na Didáctica das Ciências. Sua fundamentação epistemológica. In A. Cachapuz (Ed.), *Ensino das Ciências e Formação de Professores - Projecto Mutare* (pp. 7-34). Aveiro: Departamento de Didácticas e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.
- Santos, M. I. (2006). *A Escola Virtual na Aprendizagem e no Ensino da Matemática: um estudo de caso no 12º ano*. (Tese de Mestrado), Universidade do Minho, Braga.
- Santos, S. A. M. (2002). *A excursão como recurso didáctico no ensino de biologia e educação ambiental*. VIII Encontro Perspectivas do Ensino de Biologia, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Schaechter, M., Kolter, R., & Buckley, M. (2004). *Microbiology in the 21st Century: Where Are We and Where Are We Going?* Washington: American Academy for Microbiology.
- Silva, J. C. (2004). E-learning: o estado da arte. Softciências. Acedido em 15 de Julho, 2011, de [http://nautilus.fis.uc.pt/el/Livro\\_eL.pdf](http://nautilus.fis.uc.pt/el/Livro_eL.pdf)
- Silva, P. A. C. (2006). *As Actividades Laboratoriais P.O.E.R. e a Educação Ambiental: um estudo centrado na aprendizagem do tema "A importância da água para os seres vivos", 5º ano de escolaridade*. Universidade do Minho, Braga.
- Solomon, J. (1994). The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education*(23), 1-19.
- Teodoro, V., & Freitas, J. (1992). *Educação e Computadores*. Lisboa: Ministério da Educação/Gabinete de Estudos e Planeamento.

- Valadares, J. (2006). O Ensino Experimental das Ciências: do conceito à prática: Investigação/Ação/Reflexão. *PROFORM@R ONLINE*, (13). Acedido em 17 de Março, 2011, de [http://www.proformar.org/revista/edicao\\_13/ensino\\_exp\\_ciencias.pdf](http://www.proformar.org/revista/edicao_13/ensino_exp_ciencias.pdf)
- Vasconcelos, M., & Novais, R. (2009). *O desafio de introduzir o modelo de ensino por pesquisa nas escolas públicas de Pernambuco*. VIII Congresso Internacional sobre Investigación em Didáctica de las ciencias, Barcelona.
- Verjovsky, M., Jurberg, C., & Rumjanek, V. M. B. D. (2009). Estudos de caso: diferentes visões sobre os microrganismos. Acedido em 30 de Junho, 2011, de [http://www.latu.org.uy/espacio\\_ciencia/es/images/RedPop/Periodismo/P08.pdf](http://www.latu.org.uy/espacio_ciencia/es/images/RedPop/Periodismo/P08.pdf)
- Zhao, Y. (2007). Social Studies Teachers' Perspectives of Technology Integration. *Journal of Technology and Teacher Education*, 15(3), 311-333.
- Zompero, A. F. (2009). Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microrganismos em aspectos que envolvem a saúde: implicações para o ensino-aprendizagem *Experiências em Ensino de Ciências* (Vol. 4, pp. 31-42). Londrina: Universidade estadual de Londrina.



## ANEXOS



## Anexo 1. Pré-teste, pós-teste 1 (primeira parte) e pós-teste 2

LOGOTIPO	<b>IDENTIFICAÇÃO DA ESCOLA</b> Nome: _____ Nº _____ Turma: _____
----------	---

### Questionário

O questionário seguinte não vai servir para te avaliar, mas apenas para saber o que pensas sobre estes assuntos.

Lê atentamente as questões seguintes e, pensando bem nas respostas, tenta explicar claramente as tuas ideias ao responderes.

1. Se um amigo ou familiar te perguntar o que é um micróbio, como lhe respondes?

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

2. Serão os micróbios todos iguais? Assinala com **um X** a tua opção.

Sim ☐ Não ☐

Explica a tua escolha: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

3. Qual será o tamanho dos micróbios? Assinala com **um X** a tua opção.

- ☐ Muito grande (como uma baleia)
- ☐ Grande (como um elefante)
- ☐ Médio (como uma vaca)
- ☐ Pequeno (como um gato doméstico)
- ☐ Muito pequeno (como uma formiga)
- ☐ MUITÍSSIMO pequeno (muito mais pequeno que uma formiga)

Explica a tua escolha: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

4. De que serão feitos os micróbios? Explica a tua resposta.

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

5. O que fazem os micróbios? Assinala com um X a tua opção.

- ☐ Ajudam-nos  
☐ Fazem-nos mal  
☐ Alguns ajudam-nos e alguns fazem-nos mal

Dá alguns exemplos: \_\_\_\_\_

6. Onde se poderão encontrar micróbios? Assinala com X as tuas opções.

- |                                      |                                    |  |                                      |
|--------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Na água     | <input type="checkbox"/> Na comida | <input type="checkbox"/> Nos hospitais | <input type="checkbox"/> Nas plantas |
| <input type="checkbox"/> Nos animais | <input type="checkbox"/> No fogo   | <input type="checkbox"/> Nas mãos      | <input type="checkbox"/> Na roupa    |
| <input type="checkbox"/> No ar       | <input type="checkbox"/> No gelo   | <input type="checkbox"/> Nos objectos  | <input type="checkbox"/> No solo     |

7. O que são seres vivos? Explica a tua resposta.

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

8. De que são feitos os seres vivos? Explica a tua resposta.

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

9. Indica diferentes modos de distinguir os seres vivos entre si.

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

10. Os animais são um grande grupo de seres vivos. Que outros grupos conheces?

R: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

*Obrigado pela colaboração.*

## Anexo 2. Pós-teste 1 (extensão)

11. Ordena de 1 a 8, segundo a tua preferência, as actividades realizadas.

- Coloca um número em cada ☐.

- O 1 indica a actividade que gostaste mais e o 8 a que gostaste menos.

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Pesquisas na Internet                     | <input type="checkbox"/> Observação de protistas (protozoários) |
| <input type="checkbox"/> Utilização da Escola Virtual              | <input type="checkbox"/> Observação de moneras (bactérias)      |
| <input type="checkbox"/> Utilização do Skool.pt                    | <input type="checkbox"/> Observação de células da língua        |
| <input type="checkbox"/> Preparação da infusão                     | <input type="checkbox"/> Observação de células da cebola        |
| <input type="checkbox"/> Observação da letra F manuscrita em papel |   |

12. Classifica, de acordo com a legenda seguinte, cada uma das actividades realizadas.

- Para cada actividade coloca apenas um X num dos ☐.

Legenda
1 – gostei muito
2 – gostei
3 – gostei pouco
4 – não gostei

1 2 3 4

- |                          |                          |                          |                          |   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pesquisas na Internet                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Utilização da Escola Virtual              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Utilização do Skool.pt                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Preparação da infusão                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação da letra F manuscrita em papel |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de protistas (protozoários)    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de moneras (bactérias)         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de células da língua           |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de células da cebola           |

13. Para cada actividade indica a tua opinião sobre a sua duração de acordo com a legenda seguinte.

Legenda
1 – durou pouco
2 – durou o suficiente
3 – durou demasiado

1 2 3

- |                          |                          |                          |   |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pesquisas na Internet                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Utilização da Escola Virtual              |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Utilização do Skool.pt                    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Preparação da infusão                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação da letra F manuscrita em papel |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de protistas (protozoários)    |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de moneras (bactérias)         |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de células da língua           |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Observação de células da cebola           |

14. Explica porque razão gostaste mais da actividade que puseste em primeiro na questão 11.

R: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

15. Explica o que te levou a colocar em último na questão 11 a actividade que escolheste.

R: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Obrigado pela tua colaboração



## Anexo 3. Gráfico 11

Gráfico 11 – Distribuição em percentagem das respostas dos alunos pelas categorias consideradas *a priori* para a questão 11.

